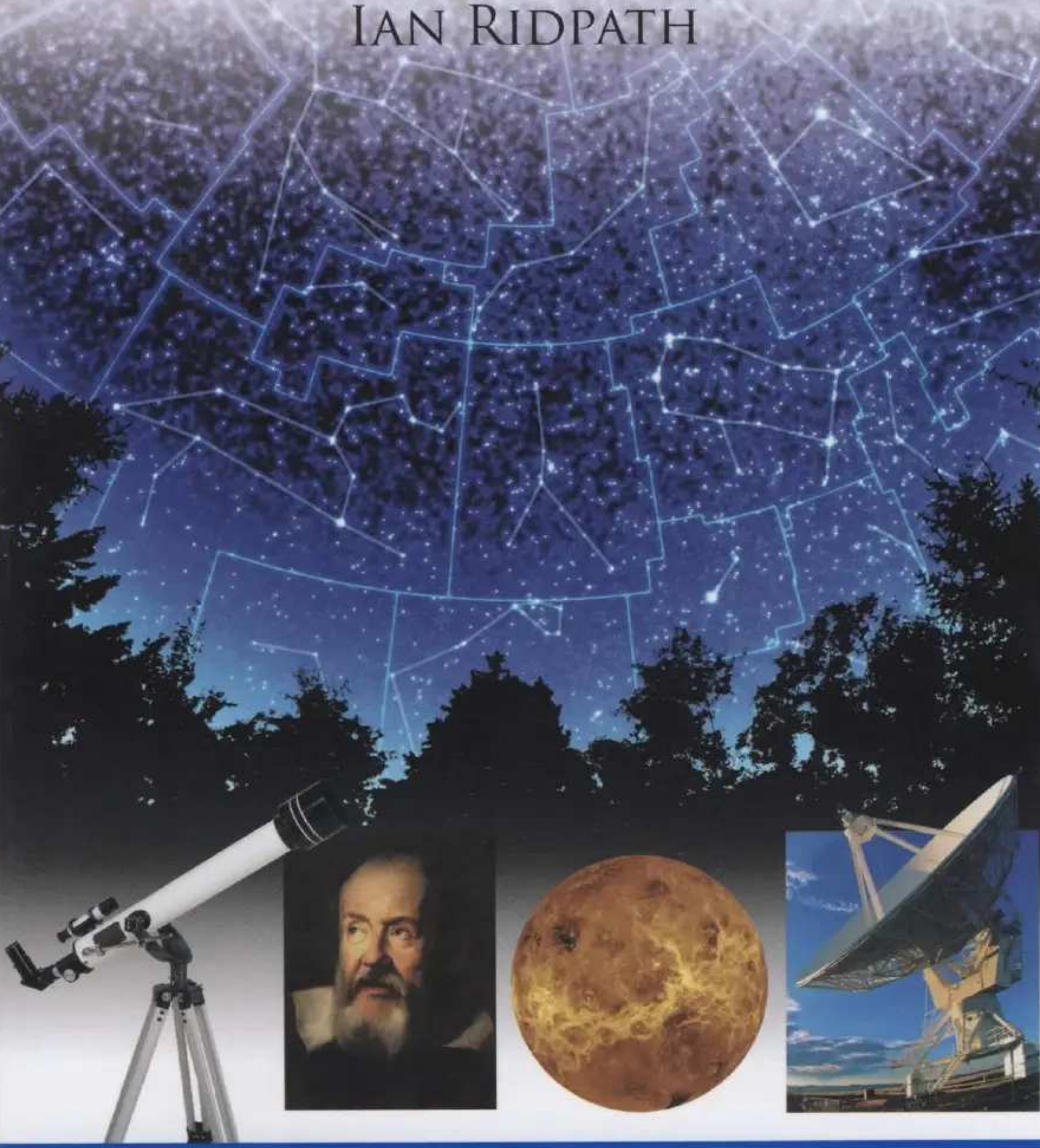
ZAHAR

GUIA ILUSTRADO ZAHAR

4ª edição

Astronomia

IAN RIDPATH



ESTRELAS • PLANETAS • CONSTELAÇÕES
INSTRUMENTOS • OBSERVAÇÃO

GUIA ILUSTRADO ZAHAR

Astronomia

CÓDIGO DE CORES

HISTÓRIA P. 14-41

O UNIVERSO P. 42-125

ORIGENS P. 44-57

FENÔMENOS P. 58-79

O SISTEMA SOLAR P. 80-125

O CÉU NOTURNO P. 126-289

OBSERVAÇÃO P. 128-45

AS CONSTELAÇÕES

P. 146-227

GUIA MENSAL DO CÉU

P. 228-77

ALMANAQUE

P. 278-89

Imagens de capa: *Frente:* NOAO / AURA: T.A Rector (NRAO / AUI / NSF and NOAO / AURA/NSF) e B.A. Wolpa (NOAO / AURA / NSF) t; Zefa: Masterfile / Bill Frymire c; DK Images: Andy Crawford ie; Science & Society Picture Library: Science Museum Pictorial ice; NASA: JPL icd; Getty Images: Stone / Hiroyuki Matsumoto id. *Contracapa:* Corbis: NASA: JPL t; Gianni Dagli Orti ces; Science Photo Library: David P. Anderson cs; Tony & Daphne Hallas ci; DK Images: ie. *Lombada:* NASA: ESA, J. Clarke (Boston University), e Z. Levay (STScI).

GUIA ILUSTRADO ZAHAR

Astronomia

IAN RIDPATH

com a colaboração de
Giles Sparrow, Carole Stott

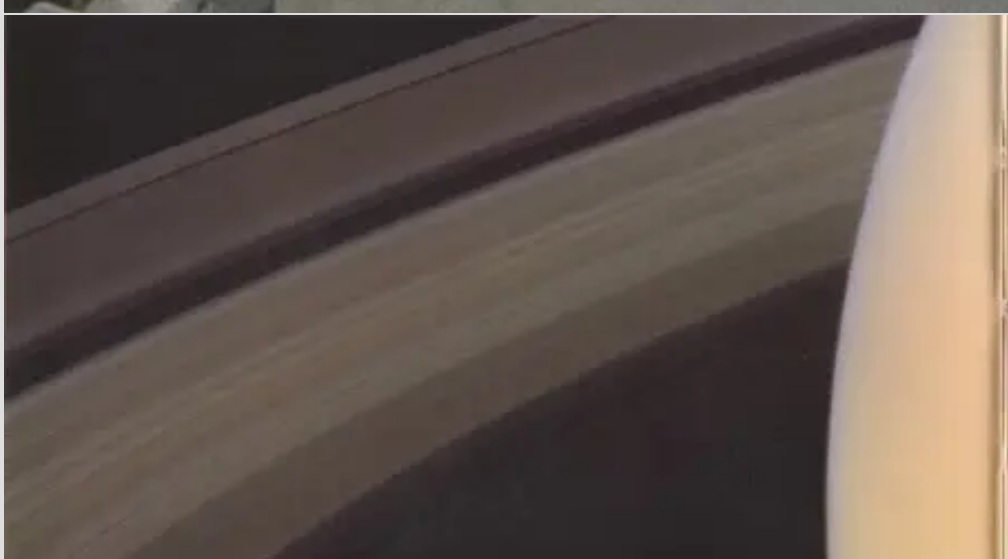
Tradução:
Maria Luiza X. de A. Borges

Revisão técnica:
Alexandre Cherman
Fundação Planetário do Rio de Janeiro

4ª edição

ZAHAR

Seneca



"A ASTRONOMIA COMPELE A
ALMA A OLHAR PARA O ALTO
E NOS TRANSPORTA DESTE
MUNDO PARA OUTRO"

Platão

Penguin Random House

www.dk.com

EDITOR-CHEFE: Peter Frances • EDITOR-CHEFE DE ARTE: Peter Laws • GERENTE DE EDIÇÃO: Liz Wheeler • GERENTE DE EDIÇÃO DE ARTE: Phil Ormerod • DIRETOR DE ARTE: Bryn Walls • DIRETOR EDITORIAL: Jonathan Metcalf • DIAGRAMADOR: John Goldsmid • GERENTE DE PRODUÇÃO: Joanna Bull

Produzido para DK por **Cooling Brown Ltd**

DIRETOR DE CRIAÇÃO: Arthur Brown • DIRETORA DE PROJETO: Fiona Wild • DESIGNERS: Peter Cooling, Mundo Calver, Elaine Hewson, Ted Kinsey e Tish Jones • EDITORES: Ferdie McDonald e Amanda Lebeutz • PESQUISA ICONOGRÁFICA: Louise Thomas

Título original:
Eyewitness Companion: Astronomy

Copyright © 2006, Dorling Kindersley Limited
A Penguin Random House Company
Copyright do texto © 2006, Ian Ridpath
e Dorling Kindersley

Copyright da edição brasileira © 2014:
Jorge Zahar Editor Ltda.
rua Marquês de S. Vicente 99 – 1º
22451-041 Rio de Janeiro, RJ
tel (21) 2529-4750 | fax (21) 2529-4787
editora@zahar.com.br | www.zahar.com.br

Edições anteriores: 2007, 2008, 2011

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação de direitos autorais. (Lei 9.610/98)

Grafia atualizada respeitando o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Copidesque: Michelle Mine Sudoh

Composição: Susan Johnson

Impresso e encadernado na China por Leo Paper Products

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA FONTE
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

R413a 4 ed. Ridpath, Ian
Astronomia / Ian Ridpath; tradução Maria Luiza X. de A. Borges. – 4ª ed. – Rio de Janeiro: Zahar, 2014.
il. (Guia Ilustrado Zahar)

Tradução de: Eyewitness companions: astronomy
Inclui índice
ISBN 978-85-378-1287-7

1. Astronomia. I. Título. II. Série

14-13025 CDD: 520 CDU: 52

SUMÁRIO

Introdução 10

HISTÓRIA

Primórdios da astronomia *16*
A origem da astrofísica *22*
Nosso lugar no Universo *24*
A entrada em órbita *26*
A corrida à Lua *28*
Ônibus e estações espaciais *30*
A exploração do Sistema Solar *34*
O desvendamento das estrelas *36*
A expansão dos limites *38*

O UNIVERSO

ORIGENS *44*

A estrutura do Universo *46*
O big-bang *48*
Primeiras estrelas e galáxias *52*
O Universo em expansão *54*
O destino do Universo *56*

FENÔMENOS *58*

A classificação das estrelas *60*
Ciclos da vida estelar *62*
Estrelas múltiplas e aglomerados *70*
Estrelas variáveis *72*
Galáxias *74*
Planetas de outras estrelas *79*

O SISTEMA SOLAR *80*

Nosso Sistema Solar *82*
Sol *84*
Mercúrio *90*
Vênus *92*
Terra *94*
Lua *96*
Marte *102*
Júpiter *108*
Saturno *112*
Urano *116*
Netuno *118*
Plutão *120*
Cometas e meteoros *122*
Asteroides e meteoritos *124*

O CÉU NOTURNO

OBSERVAÇÃO *128*

A aparência do céu *130*

Encontre o que deseja *134*
O início da observação *136*
Binóculos *138*
Astronomia com telescópio *140*
Astrofotografia *144*

AS CONSTELAÇÕES *146*

O mapeamento do céu *148*
Para compreender as cartas *150*
Guia das Constelações 152–227

GUIA MENSAL DO CÉU *228*

ALMANAQUE *278*

Glossário 290
Índice 293
Agradecimentos 299

DO ESTUDO DOS MENORES ASTROS DO SISTEMA SOLAR ÀS MAIS DISTANTES GALÁXIAS, A ASTRONOMIA

SOLAR ÀS MAIS DISTANTES GALÁXIAS, A ASTRONOMIA É UMA CIÊNCIA QUE NÃO CONHECE LIMITES. ELA TENTA RESPONDER ÀS PERGUNTAS FUNDAMENTAIS: DE ONDE VIEMOS? ESTAMOS SÓS? APESAR DISSO, AINDA É UMA CIÊNCIA NA QUAL OS AMADORES PODEM TER UM PAPEL IMPORTANTE.

Uma olhada casual para o céu nos transporta por abismos de espaço e tempo. Você pode ver apenas pontos imutáveis de luz, mas a verdade é muito mais complexa. Assim, no interior da nebulosa de Órion, uma nuvem de gás a quase 1.500 anos-luz de nós, se repetem os processos que levaram à formação do Sol e dos planetas há 4,6 bilhões de anos.

ASTROLÁBIO MEDIEVAL
O astrolábio, um instrumento em forma de disco, era usado para encontrar a latitude e medir o tempo mirando estrelas, como um sextante.

Os membros mais jovens das Plêiades, um punhado de quentes estrelas azuis e brancas que emergiram de uma nebulosa gasosa como a de Órion, começaram a fulgurar quando os primeiros seres humanos apareciam na Terra.

Betelgeuse, uma estrela dilatada e avermelhada com a idade, está fadada a morrer numa explosão deslumbrante que derramará os átomos que a constituem no meio interestelar. Depois, ao longo de éons, esses átomos serão reciclados em novas gerações de estrelas, planetas e talvez até vida. Quando o homem começou a estudar o céu, há alguns milhares de anos, ninguém sabia o que eram as estrelas. Só nas últimas centenas de anos ficou claro que são versões distantes de nosso próprio Sol, mas a compreensão do que fazia o Sol e as outras estrelas brilharem teve de esperar os avanços da física nuclear no séc.XX. Hoje sabemos que todas as estrelas são energizadas por fusão nuclear, e uma combinação de teoria e observação nos permitiu compor a história delas: como nascem, como podem se desenvolver e como morrem.

De modo ainda mais fascinante, começam a ser descobertos planetas em torno de outras estrelas, confirmando que os sistemas planetários são um subproduto natural do nascimento de estrelas e tornando mais provável que haja vida em outro lugar.

OLHANDO PARA LONGE
A Lua é observada aqui com o histórico telescópio refrator de 0,9m no Lick Observatory em Mount Hamilton, Califórnia, inaugurado em 1888.

As estrelas e nebulosas que vemos a olho nu estão dentro de nossa galáxia, a Via Láctea. Binóculos e pequenos telescópios expandem nossos horizontes para outras galáxias a milhões de anos-luz, ao passo que instrumentos modernos estendem nossos limites visuais até alguns milhões de anos após o big-bang, a erupção cósmica que marcou o nascimento do espaço e do tempo há cerca de 13,7 bilhões de anos.

A datação do big-bang, um dos grandes feitos da cosmologia moderna, trouxe uma nova surpresa: a expansão do Universo não está mais lenta, como se supunha, mas vem se acelerando, em razão de uma força misteriosa conhecida como energia escura. Sob o impulso dessa energia, o destino do Universo é expandir-se para sempre, tornando-se menos denso e perdendo o brilho rumo à eterna escuridão. Compreender a natureza da energia escura é o maior desafio da cosmologia no início do séc.XXI.

Ao contemplar essas galáxias remotas só podemos nos perguntar se alguém, num planeta de uma de suas estrelas, está olhando de volta para nós

O conteúdo deste livro, reunido por uma equipe de escritores, editores e designers, fornece uma ampla introdução ao Universo e aos objetos nele contidos. Para os que desejam observar por si mesmos, a série de equipamentos disponíveis

PERSCRUTANDO A SOMBRA
Com pequenos telescópios, astrônomos amadores acompanham um eclipse lunar numa noite nublada. Veja a lista dos próximos eclipses na seção Almanaque nas páginas 278-89.

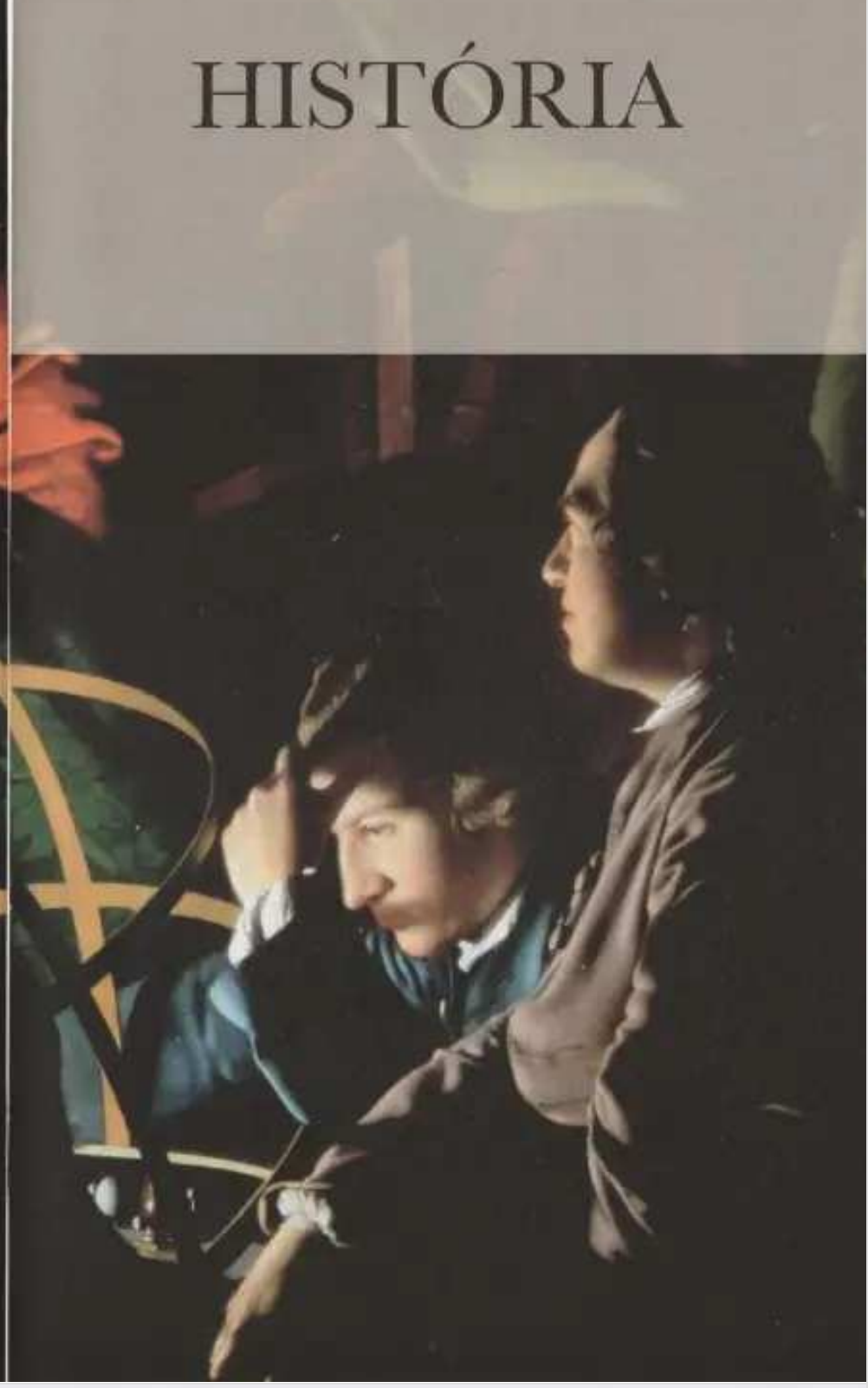
À SOMBRA DA TERRA
Os eclipses lunares são um espetáculo fascinante e fácil de observar. Quando entra na sombra da Terra, a Lua ganha uma cor vermelha. Pode-se acompanhar um eclipse a olho nu ou com binóculo.

descrições no final do livro o guiarão para os principais elementos a serem observados.

Os astrônomos profissionais nos ensinam a compreender os diferentes tipos de objeto ao alcance de nossa visão, de nebulosas formadoras de estrelas a jovens aglomerados e estrelas moribundas a emitir gás para formar nebulosas planetárias. Mais além, podemos apreciar formas variadas de galáxias elípticas e espirais e vislumbrar algumas no processo de se fundirem. Ao contemplar essas galáxias remotas só podemos nos perguntar se alguém, num planeta de uma de suas estrelas, está olhando de volta para nós.

é maior do que nunca, de humildes binóculos a telescópios movidos por computador e equipados com a mais recente tecnologia eletrônica de processamento de imagens. Sugestões para a seleção de equipamento podem ser encontradas no capítulo Observação (p.128-45); cartas e

IAN RIDPATH



Primórdios da astronomia

A astronomia foi chamada, com razão, a mais antiga das ciências. Desde a aurora da civilização o homem luta para compreender os complexos movimentos dos corpos celestes, e incontáveis monumentos e artefatos antigos refletem sua fascinação.

A TRADIÇÃO BABILÔNIA

Stonehenge na Inglaterra e as pirâmides do Egito, erguidos por volta de 2.500 a.C., corporificam alinhamentos astronomicamente significativos baseados no conhecimento do céu, mas o verdadeiro berço da astronomia foi o Oriente Médio.

Duas pequenas tábuas de argila cozida produzidas por volta de 700 a.C. pelos babilônios do Iraque atual resumem informações sobre os movimentos das estrelas e dos planetas.

TÁBUA MUL.APIN
Uma de um par, esta tábua babilônia traz listas de constelações em escrita cuneiforme. Com 8,4cm de altura, é uma obra-prima de escrita em miniatura.

A lista de estrelas e constelações que conheciam atesta uma antiga tradição de observação celeste. Algumas constelações como Leão e Escorpião chegaram até nós quase inalteradas. Os babilônios deram outra contribuição permanente à astronomia: mediram a duração do ano em cerca de 360 dias, dividiram o círculo do céu em 360 graus, subdividiram cada grau em 60 partes e introduziram o dia de 24 horas, cada hora dividida em 60 partes.

A VISÃO GREGA DO CÉU

O conhecimento da astronomia babilônia chegou à Grécia cerca de 500 a.C. Os babilônios interessavam-se sobretudo por adivinhar augúrios celestes – o que chamaríamos de astrologia –, mas os gregos procuravam compreender os princípios físicos segundo os quais o Universo funcionava, começando a separar a ciência da superstição. Eudóxio, um astrônomo grego do séc.IV a.C., desenvolveu um sistema de 27 esferas cristalinas, aninhadas umas dentro das outras, girando em torno de diferentes eixos e em diferentes velocidades, que transportavam os corpos celestes ao redor de uma Terra esférica. Mais tarde, modificaram seu sistema, mas os princípios de um Universo de movimento circular perfeito e centrado na Terra (geocêntrico) permaneceram arraigados no pensamento astronômico até o séc.XVII.

ASTRÔNOMOS GREGOS

Na Europa renascentista, os gregos antigos ainda eram considerados autoridades máximas em matérias científicas, como ilustra esta pintura alemã do séc.XV de astrônomos no monte Atos.

ASTRONOMIA NO EXTREMO ORIENTE

Outras culturas conceberam constelações diferentes das dos gregos. Os chineses reconheciam 283 constelações, muitas pequenas e sem brilho. Os gregos viam no céu animais e heróis mitológicos, e as constelações chinesas representavam cenas da corte e da vida social. Os astrônomos do Extremo Oriente valorizavam fenômenos inesperados chamados "estrelas visitantes", que hoje conhecemos como cometas, novas e supernovas. Entre os eventos descritos estava a explosão de uma supernova que deu origem à nebulosa do Caranguejo em 1054 d.C.

OBSERVATÓRIO KYONGJU

Consta que esta torre de pedra era usada por astrônomos em todas as noites claras do ano. Datada de 634 d.C., é o mais antigo observatório astronômico ainda preservado e fica na Coreia.

Os princípios de um Universo de movimento circular perfeito e centrado na Terra (geocêntrico) permaneceram arraigados no pensamento astronômico até o séc.XVII.

Para explicar as irregularidades aparentes nos movimentos dos planetas, Ptolomeu, um astrônomo grego do séc.II d.C., propôs que cada planeta se movia em um círculo menor, o epiciclo, cujo centro se movia em um círculo maior, o deferente, em torno da Terra. À medida que se movia ao longo do deferente, traçava também um círculo menor, o epiciclo.

ASTRONOMIA ÁRABE

Após o declínio da civilização greco-romana, o centro da investigação astronômica transferiu-se para Bagdá,

Entre os gregos, o mais notável astrônomo foi Hiparco, que compilou o primeiro catálogo preciso das estrelas visíveis a olho nu, no séc.II a.C. Além de medir suas posições, ele classificou as estrelas em seis categorias de brilho, criando a escala de magnitude usada hoje.

No séc.II d.C., Ptolomeu sintetizou o conhecimento astronômico grego numa obra conhecida como *Almagesto*, que significa "o maior", nome dado por astrônomos árabes posteriores. Ela inclui uma versão atualizada do catálogo de Hiparco, expandida de 850 estrelas para mais de mil, organizadas em 48 constelações – o fundamento de nosso atual sistema de constelações.

Ptolomeu reuniu ideias antigas e propôs um novo modelo para os movimentos dos corpos celestes. A órbita básica de cada corpo era um grande círculo, o deferente, cujo centro era deslocado em relação à Terra. Também propôs um círculo menor, o epiciclo, cujo centro se movia ao longo do deferente, e o planeta se movia ao longo do epiciclo. Esse modelo explicava o movimento retrógrado dos planetas.

Ptolomeu também propôs um modelo para a Lua, que explicava como a distância entre a Lua e a Terra variava. Ele também estimou o tamanho da Lua e do Sol e suas distâncias da Terra.

Durante a Idade Média, a astronomia floresceu no mundo islâmico, onde a obra de Ptolomeu foi traduzida para o árabe. Pouco antes do ano mil d.C., o astrônomo árabe Al-Sufi produziu uma versão revista do catálogo de estrelas de Ptolomeu com o desenho de todas as constelações, o *Livro das estrelas fixas*. Amplamente copiado e reeditado com várias ilustrações, tornou-se um dos mais populares livros árabes de astronomia. Entre os sécs.X e XIII, as obras gregas antigas foram reintroduzidas na Europa através da Espanha dominada pelos árabes.

ASTRÔNOMOS TURCOS
Esta ilustração do séc.XVI de um observatório fundado por Solimão o Magnífico mostra as tradições da astronomia árabe perpetuadas por seus sucessores, os turcos otomanos.

O RENASCIMENTO DA ASTRONOMIA OCIDENTAL

A astronomia europeia foi despertada de seu marasmo no séc.XVI pelo sacerdote e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), que reviveu a teoria centrada no Sol, ou heliocêntrica, proposta pelo filósofo grego Aristarco no séc.III a.C. Tal arranjo explicava por que Mercúrio e Vênus nunca se desgarravam muito do Sol, pois tinham órbitas mais próximas dele que da Terra. Explicava também por que Marte, Júpiter e Saturno pareciam, por vezes, ter um movimento "retrógrado", pois a Terra passava adiante deles em sua órbita menor e mais rápida.

Tycho Brahe (1546-1601), nobre dinamarquês, compreendeu a necessidade de novas e melhores observações para testar as teorias astronômicas. Ele construiu um grande observatório na ilha de Hven, na Dinamarca, e a Suécia, onde realizou uma série detalhada de observações dos movimentos dos planetas. Tycho, que nunca aceitou a teoria heliocêntrica, desenvolveu uma engenhosa conciliação em que a Terra continuava estacionária no centro, a Lua e o Sol giravam à volta dela, e os planetas orbitavam o Sol em movimento.

AS LEIS DO MOVIMENTO PLANETÁRIO

Tycho legou suas observações a seu assistente, o brilhante matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630). Após muitos anos de diligentes cálculos, Kepler descobriu que os planetas realmente orbitam o Sol como Copérnico propusera, mas não em combinações complexas de círculos e epiciclos. Em vez disso, as órbitas

melhores observações contra as quais teorias do movimento planetário pudessem ser julgadas. De 1576 a 1580, construiu um observatório chamado Uraniborg na ilha de Hven, entre a

planetárias são elípticas, e o

GLOBO CELESTE
As posições das estrelas neste globo de 1603, feito por Willem Janzsoon Blaeu, foram marcadas segundo o catálogo de Tycho Brahe.

SOBRE AS REVOLUÇÕES DAS ESFERAS CELESTES

Nicolau Copérnico publicou sua teoria do Universo no ano em que morreu, 1543, na obra *Sobre as revoluções das esferas celestes*. Nela, afirmou que a Terra não ocupava o centro do Universo, como se supunha desde a Grécia Antiga; o Sol estava no centro, e a Terra era um planeta em órbita à volta dele. Sua teoria tinha um grande inconveniente: descrevia as órbitas dos planetas como combinações de círculos e epiciclos. Apesar de sua importância na história do pensamento humano, venderam-se tão poucos exemplares de sua obra que ela foi apelidada "o livro que ninguém leu".

COPÉRNICO E UM EXEMPLAR DE *SOBRE AS REVOLUÇÕES DAS ESFERAS CELESTES*

URANIBORG
Tycho Brahe equipou seu observatório com instrumentos aperfeiçoados capazes de medir posições com dez vezes mais acurácia que antes.

período orbital de cada planeta está matematicamente associado à distância média que o separa do Sol.

AS DESCOBERTAS DE GALILEU

Enquanto Kepler estabelecia as bases teóricas para uma nova compreensão do cosmo, outra revolução ocorria na astronomia observacional. Maravilhas nunca imaginadas tornavam-se visíveis através dos primeiros telescópios apontados para o céu. O grande pioneiro da astronomia telescópica foi o italiano Galileu Galilei (1564-1642). Para onde quer que olhasse, Galileu descobria incontáveis estrelas débeis, fora do alcance do olho humano. A Via Láctea, em particular, converteu-se numa massa de estrelas pálidas. Os planetas podiam ser ampliados pelo telescópio, aparecendo como discos, mas as estrelas continuavam sendo pontos de luz, confirmando que o Universo era infinitamente mais vasto do que se supunha. Num golpe adicional à antiga concepção de que o céu era perfeito, Galileu viu que a superfície da Lua era marcada por crateras e montanhas, não uma esfera plana, polida. E, principalmente, descobriu que Júpiter era orbitado por quatro luas, hoje conhecidas como satélites galileanos. Descobriu ainda que Vênus tem fases, prova de que orbita o Sol; e vislumbrou os anéis de Saturno, embora não tenha reconhecido o que eram.

GALILEU GALILEI
Condenado pela Igreja católica em 1633 por declarar que a Terra se movia em torno do Sol, Galileu passou o resto da vida em prisão domiciliar.

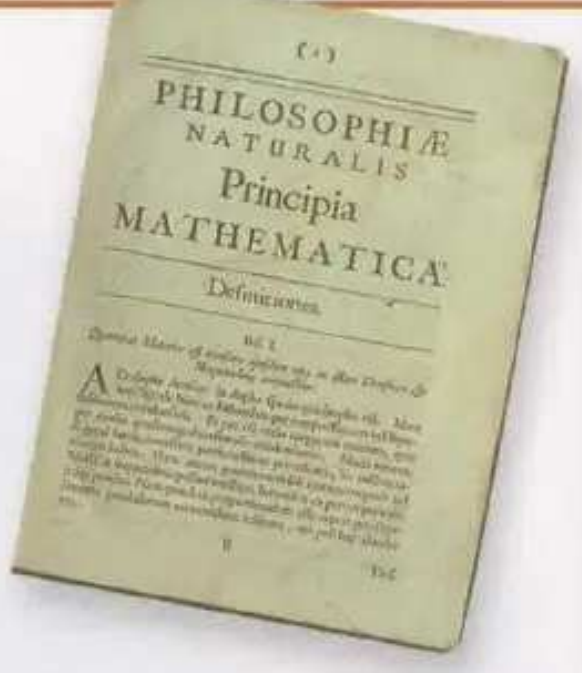
Essa nova visão do céu, seguindo de perto o grande avanço teórico promovido por Kepler, varreu para sempre a velha concepção do Universo centrado na Terra. Mas permaneceu uma pergunta: que força levava os planetas a orbitar o Sol? Os experimentos de Galileu ajudaram a fundar a física moderna. Ele deixou cair objetos de diferentes pesos de uma torre alta e descobriu que todos chegavam ao solo ao mesmo tempo, enquanto cientistas gregos como Aristóteles haviam ensinado que objetos mais pesados cairiam mais depressa.

Galileu descobriu ainda que a velocidade de um objeto em queda dobrava a cada 9,8m que caía – número constante mais tarde conhecido como aceleração pela gravidade.

NEWTON E A GRAVIDADE

Meio século depois, o cientista inglês Isaac Newton (1642-1727) pensou sobre a gravidade inspirado por um outro objeto em queda – uma maçã que despencou da árvore em seu jardim em Lincolnshire. Ele compreendeu que a mesma força que fazia a maçã cair no chão devia ser responsável por manter a Lua em órbita em torno da Terra.

A partir daí, Newton chegou à sua lei da gravidade, publicada em 1687 em



OS *PRINCIPIA* DE NEWTON
As leis do movimento demonstradas por Newton em seu *Principia Mathematica* de 1687 forneceram sólida base matemática para todos os estudiosos posteriores da física e da astronomia.

orbitavam o Sol e por que a Lua influenciava as marés nos oceanos da Terra. Mais tarde, ela também se aplicaria aos movimentos dos satélites artificiais e das sondas espaciais.

Usando a teoria da gravidade de Newton, o astrônomo inglês Edmond

da gravidade, publicada em 1687 em *Principia Mathematica*. Segundo ele, a atração gravitacional que um objeto exerce sobre outro depende de sua massa (a quantidade de matéria que contém), e a força da atração diminui com o quadrado da distância entre eles. Essa lei explicou pela primeira vez por que os planetas

Halley (1656-1742) calculou que os cometas se movem em torno do Sol em órbitas extremamente elípticas. Convencido de que os cometas vistos em 1531, 1607 e 1682 eram um só, Halley previu que o astro retornaria por volta de 1758. Quando isso aconteceu, 16 anos após a sua morte, o cometa foi batizado de Halley.

O COMETA HALLEY
Halley calculou que uma órbita elíptica do cometa que tem seu nome (abaixo) levava cerca de 76 anos. Uma confirmação disso está numa tapeçaria de Bayeux do séc.XI (à esquerda), que registra o aparecimento do cometa em 1066, pouco antes de o rei Haroldo da Inglaterra ser derrotado na Batalha de Hastings por Guilherme, duque da Normandia.

O DESENVOLVIMENTO DO TELESCÓPIO

Embora autores anteriores, entre os quais Roger Bacon no séc.XIII, tenham aventado a ideia de combinar lentes para ver objetos a distância, o primeiro a fazer um telescópio parece ter sido Hans Lippershey, óptico holandês, em 1608. A notícia espalhou-se depressa, e Galileu ouviu falar do instrumento numa visita a Veneza no ano seguinte.

O TELESCÓPIO DE GALILEU

Galileu logo fez seu próprio telescópio, encaixando uma lente convexa numa ponta de um tubo e uma côncava na outra. Esse telescópio refrator básico permitiu-lhe fazer descobertas que assombraram os demais cientistas. Seu instrumento mais potente ampliava até 30 vezes. Astrônomos do séc.XVII, notavelmente Huygens (ver p.115), aperfei-

çoaram o projeto de Galileu.

torno de um tubo de madeira coberto com papel

O TELESCÓPIO DE NEWTON

Uma desvantagem dos telescópios refratores era fragmentar a luz em cores que se concentravam em diferentes pontos. Podia-se evitar essa "aberração cromática" usando um espelho em vez de uma lente para coletar e focalizar a luz. Em 1672, Newton fez um telescópio refletor, de apenas 30cm de comprimento, com um espelho côncavo, de cobre e estanho, na base. Isso focalizava a luz de volta sobre um espelho plano disposto num ângulo, o que dirigia a imagem para uma ocular no lado do tubo.

O TELESCÓPIO DE HERSCHEL

Durante grande parte do séc.XVIII, o telescópio de Newton não foi muito imitado. Grandes espelhos curvos tendiam a se distorcer sob seu próprio peso, e o desenvolvimento de lentes acromáticas tornou os telescópios refratores mais atraentes. O astrônomo inglês de origem alemã William Herschel (1738-1822), porém, preferia refletores enormes, para os quais ele mesmo esmerilava e polia espelhos e lentes. Foi recompensado pela casual descoberta de Urano em 1781.

O TELESCÓPIO DE LORDE ROSSE

William Parsons, terceiro conde de Rosse (1800-67), foi um rico aristocrata cuja ambição era construir um enorme telescópio refletor. Em 1845, montou um em Birr Castle, na Irlanda, com espelho sólido de 1,8m e comprimento focal de 16,45m. Ele e seus descendentes usaram-no para estudar nebulosas, aglomerados de estrelas e galáxias.

A origem da astrofísica

Do final do séc.XVIII em diante, astrônomos e físicos fizeram uma série de descobertas e avanços-chave em técnicas e tecnologia que revelaram pela primeira vez as propriedades físicas de outras estrelas que não o nosso Sol.

SEGREDOS E LUZ

No princípio da história da astronomia, as estrelas foram meros pontinhos de luz no céu noturno – distantes demais

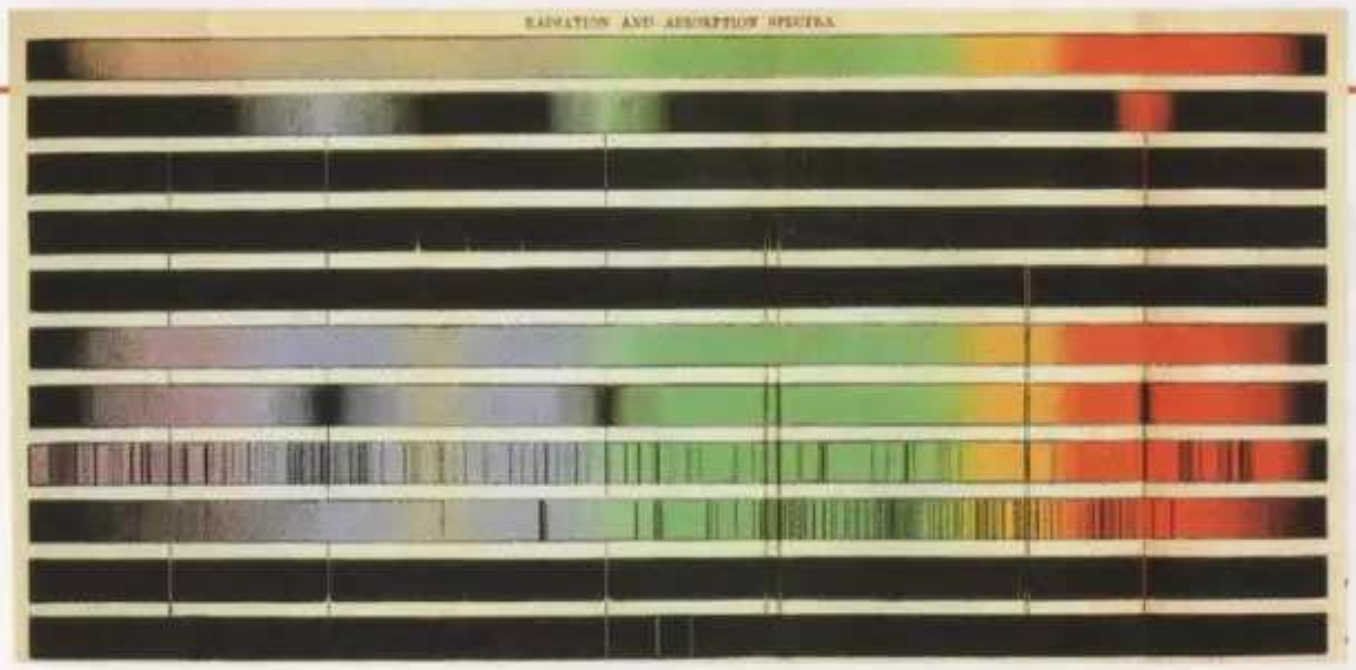
A DECOMPOSIÇÃO DA LUZ

O espectroscópio passa a luz de uma estrela por um prisma ou "grade de difração" (pedaço de vidro escuro com ranhuras transparentes muito estreitas), defle-

para revelar discos mesmo quando estudadas com as maiores ampliações. Mas à medida que o poder de concentrar luz dos instrumentos astronômicos aumentou, os astrônomos conseguiram fazer um uso mais sofisticado da luz estelar distante. Isaac Newton decompôs a luz solar através de um prisma no final do séc.XVII, mas foram químicos ingleses como William Hyde Wollanston (1766-1826) que refinaram o processo, desenvolvendo o espectroscópio – um aparelho para analisar comprimentos de onda emitidos por um objeto. Em 1821, o cientista alemão Joseph von Fraunhofer descobriu que a luz do Sol decomposta por meio de um espectroscópio não era um

tindo diferentes comprimentos de ondas e cores da luz em trajetórias ligeiramente diferentes.

A NATUREZA DAS NEBULOSAS
Nebulosas como M33 (à esquerda) eram um mistério durante o séc. XIX. William Parsons, conde de Rosse, estudou todo tipo de objetos nebulosos, inclusive M51, a Galáxia do Redemoinho (acima), usando seu telescópio na Irlanda.



PRIMEIRAS FOTOGRAFIAS
A fotografia permitiu o registro permanente de observações astronômicas. Estes espectros estelares são do catálogo *Henry Draper*, assim chamado em homenagem ao astrofotógrafo pioneiro.

linhas de absorção no espectro estelar e a variedade de cores e luminosidades pare-

espectro contínuo de cores, sendo cruzada por muitas linhas escuras. Em 1859, seus compatriotas Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff descobriram que essas linhas resultavam da presença, na atmosfera do Sol, de substâncias químicas que, quando aquecidas em laboratório, emitiam os mesmos comprimentos de onda que absorviam. A luz das estrelas era muito fraca para ser analisada dessa maneira, mas o advento da fotografia durante o séc.XIX permitiu, por fim, exposições longas que captavam o espectro das estrelas com o tempo. Nesse ínterim, em 1838, o astrônomo alemão Friedrich Bessel fez outro grande avanço usando pela primeira vez paralaxe para medir a distância até uma estrela (ver p.61).

ORDEM ENTRE AS ESTRELAS

Armados com os novos instrumentos da espectroscopia e da fotografia, os astrônomos empreenderam a tarefa de catalogar os objetos do céu. De início a profusão de ceram caóticas, mas um grupo de astrônomas do observatório da Universidade Harvard, na década de 1890, conseguiu descobrir um esquema que fazia sentido. Lideradas por Annie Jump Cannon, as "calculadoras de Harvard" compilaram o grande catálogo *Henry Draper*, examinando milhares de espectros estelares para classificar as estrelas em "tipos espectrais" diferenciados por suas linhas espectrais e suas cores (que na época já se sabia representarem temperaturas de superficies). Em outros lugares, astrônomos empenhavam-se em compilar medições de paralaxe para todas as estrelas próximas, mas só em 1906 e 1913 Ejnar Hertzprung e Henry Norris Russell tiveram, independentemente, a ideia de comparar os dois conjuntos de dados num gráfico (ver quadro abaixo). O diagrama Hertzprung-Russell revelou que a maioria das estrelas obedecia a uma relação simples entre tipo espectral e brilho, com as exceções caindo em regiões distintas do gráfico.

HERTZPRUNG E RUSSELL

Em 1905, o astrônomo dinamarquês Ejnar Hertzprung (1873-1967) foi o primeiro a sugerir um padrão absoluto de brilho para as estrelas ("magnitude absoluta"). Ele o definiu com a magnitude de uma estrela tal como vista de uma distância de dez parsecs (32,6 anos-luz). Um ano depois, num artigo, comparou as magnitudes absolutas das estrelas das Plêiades com suas cores e tipos espectrais, marcando-os num gráfico, notando a relação entre eles e a existência de "gigantes" brilhantes e "anãs" fracas. Esse artigo, publicado numa revista alemã obscura, passou despercebido até 1913, quando o americano Henry Russell (1877-1957) apresentou seu próprio trabalho, desenvolvido independentemente, à Royal Astronomical Society.

HENRY RUSSELL

EJNAR HERTZSPRUNG

Nosso lugar no Universo

O início do séc.XX viu uma revolução na astronomia, quando o tamanho e a natureza do Universo se revelaram. A essa mudança de perspectiva seguiu-se a compreensão de que o Universo está em expansão e deve ter se originado num determinado ponto no tempo.

O DEBATE DAS GALÁXIAS

O DEBATE DAS GALÁXIAS

A natureza das nebulosas foi objeto de acalorado debate desde que os seus primeiros espectros foram obtidos no séc.XIX. A maior parte dos astrônomos concordava que as "nebulosas espirais" eram compostas de incontáveis estrelas, tão pequenas ou distantes que se fundiam num único objeto indistinto – mas a que distância estavam de nós? Segundo alguns, eram relativamente pequenas e orbitavam a Via Láctea; para outros, eram galáxias enormes e inimaginavelmente distantes.

MAPA ANTIGO DA VIA LÁCTEA
William Herschel fez a primeira tentativa séria de mapear o Universo em 1785. A partir da distribuição das estrelas no céu, deduziu com acerto que o Sistema Solar assenta-se no plano de uma nuvem de estrelas achatada.

O debate foi encerrado pelo trabalho de Henrietta Leavitt (ver p.53) e Edwin Hubble. Leavitt desenvolveu um método para medir as distâncias absolutas das estrelas e Hubble aplicou-o depois para provar que a maioria das galáxias estava a milhões de anos-luz da Terra.

RELATIVIDADE GERAL
Arthur Eddington confirmou as teorias de Einstein em 1919 (ver p.36). Suas observações de um eclipse solar (muitas delas em Sobral, CE, Brasil) mostraram que as estrelas têm suas posições distorcidas quando sua luz se curva no campo gravitacional do Sol.

A NATUREZA DO ESPAÇO-TEMPO

As descobertas de William Hubble expandiram muito as estimativas do tamanho do Universo e as teorias da

EINSTEIN EM MOUNT WILSON
Muitos tentaram confirmar a teoria da relatividade geral, inclusive Charles St. John, diretor do observatório de Mount Wilson, aqui, com Einstein. Ele tentou medir o desvio para o vermelho (*red shift*) gravitacional da luz solar.

relatividade de Albert Einstein mudaram nossa compreensão de sua própria natureza. Einstein enfrentou os problemas capitais da física – em particular o fato de que a luz parecia se deslocar sempre na mesma velocidade, independente do movimento de sua fonte. Para dar conta deste fato, formulou o novo conceito de

EDWIN HUBBLE

Hubble (1889-1953) formou-se em direito antes de se voltar para a astronomia. Em 1919 ingressou no *staff* do observatório de Mount Wilson, na Califórnia, onde se especializou no estudo das galáxias. Em 1923 descobriu a primeira estrela variável cefeida

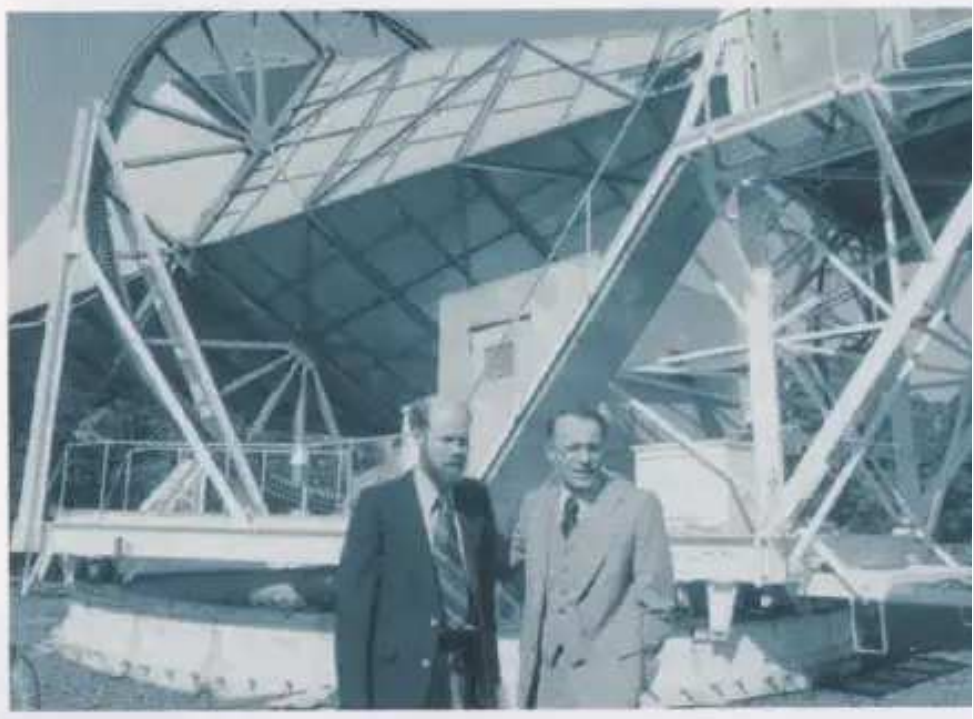
"espaço-tempo" quadridimensional, em que essas medições podem ficar distorcidas em condições extremas – durante viagens em altas velocidades ou em campos gravitacionais fortes. As implicações da relatividade, numerosas para serem tratadas aqui, montaram o cenário para a grande revolução cosmológica que se seguiu.

EXPANSÃO E ORIGENS

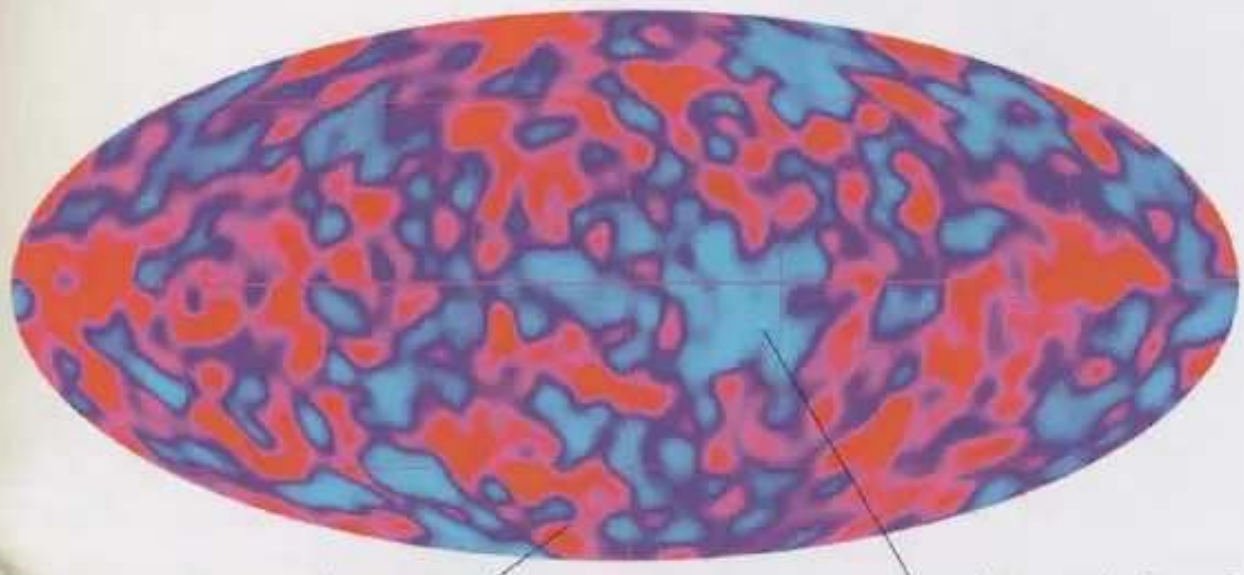
As medições de distância de Hubble confirmaram a enormidade do Universo e levaram a uma descoberta ainda mais importante: quanto mais distante está uma galáxia, mais rapidamente retrocede. Hubble concluiu que o Universo inteiro está se expandindo numa taxa uniforme.

Para a maioria dos astrônomos, a descoberta de Hubble explicou que o Universo se originou num ponto único no espaço, num momento no passado remoto. O astrônomo belga Georges Lemaître foi o primeiro a sugerir, em 1927, que o Universo se originou num "átomo primordial", mas só em 1948 George Gamow (ver p.49) e alguns colegas elaboraram os detalhes da origem explosiva do Universo. A expressão "big-bang" foi cunhada por um dos mais ferrenhos opositores da teoria, Fred Hoyle, que acreditava que o Universo estava num "estado estacionário" de contínua expansão e criação de matéria.

(ver p.72) na "nebulosa de Andrômeda", M31; mais tarde descobriu outras, o que lhe permitiu calcular a verdadeira escala do Universo pela primeira vez. Antes de 1929, provou a ligação entre desvio para o vermelho e distância, chamada lei de Hubble. Foi também o criador do sistema de classificação de galáxias ainda em uso.



PROVA CABAL
A teoria do big-bang previu um débil fulgor de calor que teria restado da origem do Universo. Essa Radiação Cósmica de Fundo em Microondas foi descoberta em 1964 pelos americanos Arno Penzias e Robert Wilson.



REFLEXO DA CRIAÇÃO
A Radiação Cósmica de Fundo faz o céu fulgurar a 3° acima do zero absoluto, mas sofre minúsculas flutuações de temperatura que revelam o estado do Universo no instante em que se tornou transparente (ver p.51). Essas "ondulações" foram mapeadas pela primeira vez pelo satélite Cobe em 1992.

A entrada em órbita

Até meados do séc.XX, a viagem espacial era o sonho de alguns visionários e excêntricos. Os foguetes militares da II Guerra Mundial a tornaram possível e a Guerra Fria entre os EUA e a URSS fez dela uma realidade.

PRIMEIRAS IDEIAS SOBRE VIAGEM ESPACIAL

A viagem espacial foi um tema apreciado na ficção desde os tempos romanos, mas só no séc.XIX escritores começaram a considerar seriamente seus problemas. O autor francês Jules Verne lançou seus heróis à Lua com um canhão gigantesco (de fato, a aceleração os teria matado), enquanto o escritor britânico H.G. Wells inventou um material que protegia sua cápsula lunar dos efeitos da gravidade da Terra. Na realidade, a única solução prática foi o foguete. Usado por muito tempo como arma militar, o foguete é autopropelido – pode se impulsionar sem ajuda –, o que o torna ideal para o vácuo do espaço.

Muitos dos princípios da balística de foguetes para uso em viagens espaciais foram elaborados pelo professor russo Konstantin Tsiolkovsky por volta de 1900, mas só na década de 20 o físico americano Robert Goddard começou a experimentar com propelentes líquidos que tinham a capacidade potencial de alcançar o espaço. Esses estudos foram acompanhados com interesse por uma pequena sociedade alemã de foguetes, a VfR, cujos membros incluíam Wernher von Braun (1912-77). Quando os nazistas tomaram o poder na Alemanha, membros

ROBERT GODDARD
Goddard (1882-1945), ao lado de seu primeiro foguete movido a combustível líquido bem-sucedido, lançado de um campo em Massachusetts em 1926. Esse voo só alcançou a altitude de 12,5m, mas abriu caminho para que Goddard e outros desenvolvessem foguetes cada vez mais potentes na década de 20.

FOGUETE DE GUERRA
O foguete alemão *V2*, movido a combustível líquido, foi projetado para ser rapidamente disposto e disparado a partir de plataformas móveis no norte da Europa. Tendo por alvo Londres e o sudeste da Inglaterra, era uma nova arma apavorante.

KONSTANTIN TSIOLKOVSKY

Konstantin Eduardovitch Tsiolkovski (1857-1935) é considerado o fundador da moderna balística de foguetes, embora nunca tenha

ESTRELA VERMELHA
O *Sputnik 1* transformou o mundo ao ser lançado em 1957. Uma esfera de metal de 84kg, seu principal instrumento era um radiofarol que enviava sinais simples à

construído um (na foto aparece ao lado de um modelo). Provou a eficiência de foguetes de múltiplos estágios e o uso de combustíveis líquidos, e chegou a elaborar os princípios da direção de um foguete em voo. Sua obra foi reconhecida após a fundação da URSS em 1917.

do VfR foram recrutados para trabalhar em programas militares que culminaram no primeiro míssil balístico, o foguete *V2*. Embora pouco tenha influenciado o curso da guerra, o *V2* revelou o potencial dos foguetes, tanto como arma quanto como meio de exploração pacífica.

A CORRIDA ESPACIAL

Após a derrota da Alemanha, os EUA e a URSS empenharam-se ao máximo para se apossar da tecnologia de foguetes alemã. Para ambos, os mísseis balísticos propelidos por foguetes pareciam o método ideal para lançar armas nucleares. Mas cientistas especializados em foguetes como von Braun, que trabalhava para os EUA, e Serguei Korolev, da URSS, ambos genuinamente motivados pelo desejo de conquistar o espaço, conseguiram desviar os programas de mísseis de seus países para metas mais ambiciosas.

Ambos os países pretendiam lançar um satélite no Ano Geofisico Internacional de 1957. Considerações políticas levaram os EUA a tentar lançamentos com um foguete pouco potente, fruto de pesquisa naval, em vez dos foguetes militares mais potentes de von Braun. Os soviéticos, sem problemas desse tipo, passaram à frente e conquistaram uma liderança precoce, lançando o primeiro satélite, o *Sputnik 1*, em 4.10.1957.

Terra para provar que sobrevivera intacto.

esfera de alumínio com 58cm de diâmetro

antena

O PRIMEIRO ANIMAL NO ESPAÇO

Menos de um mês depois do *Sputnik 1*, os soviéticos lançaram um satélite muito mais ambicioso. O *Sputnik 2* pesava 508kg e levou um passageiro – a cadela Laika. Ela sobreviveu uma semana até que seu suprimento de ar se exauriu.

PARA SUPERAR A DESVANTAGEM

Em 6.12.1957, as tentativas dos EUA com um foguete Vanguard terminaram numa bola de fogo explosiva. A equipe militar de von Braun recebeu ordem então de preparar um lançamento e o primeiro satélite dos EUA, o Explorer 1, chegou ao espaço em 31.1.1958.

A corrida à Lua

Com a URSS liderando a corrida espacial, o grande desafio seguinte foi levar o homem ao espaço. Também aqui os soviéticos tiveram uma

foi levar o homem ao espaço. Também aqui os soviéticos tiveram uma vantagem. Mas havia um desafio maior, a corrida à Lua, que os EUA acabaram por vencer.

O HOMEM EM ÓRBITA

Os soviéticos tomaram a dianteira na corrida para levar o homem ao espaço – seus foguetes eram potentes o bastante para lançar satélites comparativamente mais pesados, ao passo que mesmo os maiores foguetes americanos só podiam colocar alguns quilos em órbita. Grande parte do desafio estava em trazer um astronauta ou cosmonauta de volta, e ambos os países realizaram missões bem-sucedidas e fracassadas com animais para testar procedimentos de blindagem e reentrada na atmosfera da Terra.

Novamente, os soviéticos trabalharam sob sigilo, formando um grupo de elite de cosmonautas potenciais a partir do qual Yuri Gagarin foi, por fim, escolhido. Os americanos foram pegos de surpresa quando Moscou anunciou o voo de Gagarin em 12.4.1961 (um risco considerável, uma vez que ele ainda estava em órbita na ocasião e quase morreu durante a reentrada). Um mês depois, Alan Shepard tornou-se o primeiro americano no espaço durante um breve voo suborbital, mas só nove meses depois John Glenn entrou em órbita.

Antes disso, o presidente Kennedy anunciou a etapa seguinte da corrida, afirmando que os EUA levariam um homem à Lua até o fim da década. Esse desafio levou os dois lados ao limite. Os EUA lançaram o programa Gemini para dois homens, que ensaiaram muitas técnicas necessárias para uma missão lunar bem-sucedida. Nesse ínterim, os soviéticos sofreram uma série de reveses que acabaram por tirá-los da corrida.

SERGUEI KOROLEV

Serguei Pavlovitch Korolev (1907-66) foi o cérebro da fase inicial do programa espacial russo. Após trabalhar com foguetes movidos a combustível líquido na década de 1930, foi preso em 1938. Libertado após a II Guerra Mundial, foi posto à frente do programa de foguetes. Planejava uma missão lunar soviética quando morreu numa operação de rotina.

O HOMEM NO ESPAÇO

Yuri Gagarin (1934-68) completou uma única órbita da Terra em 108 minutos a bordo do *Vostok 1*. Morreu num desastre de avião quando treinava para voltar ao espaço na *Soyuz 3*.

OS SETE DO MERCURY

Os sete astronautas do programa Mercury foram festejados como heróis antes mesmo do lançamento. Indicações iniciais de que mulheres poderiam ser mais adequadas a voos espaciais foram ignoradas por razões políticas.

SATURNO V

O mais potente veículo de lançamento já construído, o Saturno V tinha 110m de altura e usou três estágios para propelir a nave espacial *Apollo* rumo à Lua.

DESCIDAS DA APOLLO NA LUA

APOLLO 11 Desceu em 20.7.1969 no mar da Tranquilidade. Neil Armstrong foi o primeiro homem a

espacial *Apollo* rumo à Lua.

pisar na Lua, descendo do módulo lunar Eagle.

APOLLO 12 Desceu em 19.11.1969 no oceano das Tempestades, permitindo aos astronautas examinar a sonda Surveyor 3, na Lua havia dois anos e meio.

APOLLO 14 Desceu em 5.2.1971 na região de Fra Mauro. A missão foi comandada por Alan Shepard, o primeiro homem dos EUA no espaço.

APOLLO 15 Desceu em 30.7.1971 perto da cratera Hadley. Um módulo lunar modificado transportou pela primeira vez um veículo lunar elétrico, ampliando o âmbito de exploração.

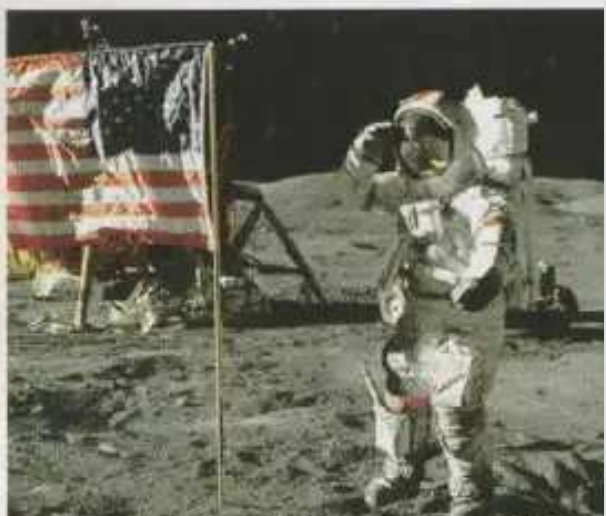
APOLLO 16 Desceu em 20.4.1972 perto da cratera Descartes. Única missão a explorar as regiões montanhosas da Lua, ajudou a responder a muitas perguntas.

APOLLO 17 Desceu em 11.12.1972 no vale de Taurus-Littrow. Foi a única missão lunar a levar um geólogo qualificado, Harrison Schmitt.

APOLLO RUMO À LUA

O programa Apollo começou desastrosamente: um incêndio matou os três tripulantes da *Apollo 1* durante os ensaios de lançamento em 1967. Após uma série de testes não tripulados e uma missão à órbita da Terra, porém, a *Apollo 8* completou com sucesso uma volta em torno da Lua em dezembro de 1968. Após mais duas missões de ensaio, a *Apollo 11* fez um voo impecável e o módulo lunar Eagle desceu no mar da Tranquilidade em 20.7.1969. Mais cinco módulos lunares puseram astronautas na Lua antes do fim do programa em 1972.

ÚLTIMO HOMEM
O astronauta Eugene Cernan, o último a pisar na Lua na missão Apollo, saúda a bandeira dos EUA antes de partir em 14.12.1972.



Ônibus e estações espaciais

As missões Apollo marcam o limite externo da exploração do Sistema

Solar. Com a criação de estações espaciais e veículos de lançamento, a partir da década de 70, os voos espaciais se concentraram em órbitas próximas da Terra.

APERTO DE MÃOS EM ÓRBITA
Distintivo que celebra a colaboração EUA-URSS na missão Apollo-Soyuz de 1974.

SKYLAB
Guarda-sol improvisado instalado pela primeira tripulação do Skylab, depois de o protetor original ter-se rasgado durante o lançamento. A tripulação teve também de abrir o painel solar principal manualmente.

EM CASA NO ESPAÇO

Quando ficou claro que os EUA venceriam a corrida à Lua, a URSS redirecionou seus esforços para mais perto da Terra. As missões espaciais haviam se tornado cada vez mais longas durante a década de 60, mas, para que os cosmonautas conseguissem fazer uma investigação prolongada em órbita, era necessária uma estação espacial semipermanente. Ela ofereceria um ambiente mais confortável para os cosmonautas e poderia receber espaçonaves não tripuladas com novas provisões da Terra.

Algumas das primeiras estações espaciais soviéticas Salyut foram operadas pelos militares e destinavam-se em parte a ser satélites de espionagem tripulados. Os primeiros anos foram conturbados – a primeira tripulação da Salyut I morreu em consequência de um vazamento em sua cápsula de reentrada ao retornar à Terra.

SUCESSO SOVIÉTICO
A estação espacial Mir usou um projeto "modular" – novos elementos como laboratórios extras foram acrescentados durante seu tempo de vida. A mesma ideia foi aplicada à Estação Espacial Internacional.

Mas as cápsulas *Soyuz*, usadas para levar pessoas até uma órbita e logo trazê-las de volta, tornaram-se mais confiáveis e estão em uso até hoje. As Salyuts 6 e 7 operaram por quatro anos cada uma e foram substituídas em 1986 pela Mir, estação muito maior que operou até 1999.

A resposta inicial dos EUA foi o Skylab, um estágio de um foguete *Saturno V* posto em órbita em 1973. A primeira estação espacial americana teve sua cota de problemas, mas hospedou três tripulações por períodos de até 84 dias. Quando o Skylab foi abandonado, em 1974, os EUA não tinham planos imediatos para uma estação espacial sucessora.

VOOS ESPACIAIS DE ROTINA

A agência espacial dos EUA, a Nasa, concentrou seus esforços no desenvolvimento do ônibus espacial – um "avião espacial" lançado com o auxílio de um grande

tanque de combustível externo e dois foguetes auxiliares. O

série de alterações de projetos. Houve a questão do objetivo

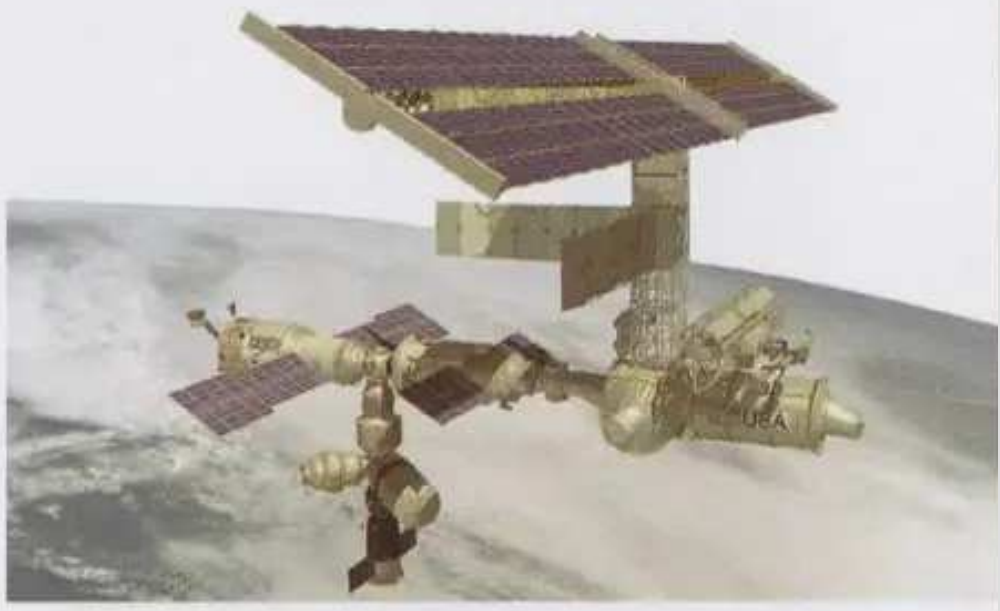
sistema era em grande parte reutilizável e esperava-se que reduzisse os custos da entrada em órbita. Do tamanho de um avião de passageiros pequeno, o ônibus espacial podia acomodar sete pessoas por até duas semanas, enquanto o enorme porão de carga podia transportar dois satélites para serem postos em uso em órbita, ou um módulo laboratório, o Spacelab.

DESASTRE DO COLUMBIA
A explosão do Columbia após a avaria nas placas de isolamento levou à decisão de tirar de uso todos os ônibus quando a ISS estiver concluída, até 2010.

O ônibus espacial fez um voo inaugural em abril de 1981, e cinco deles foram construídos. Nunca alcançou, porém, seu pleno potencial – problemas com os ladrilhos de isolamento que protegiam o orbitador na reentrada na atmosfera terrestre prejudicaram os primeiros anos de operação, e a explosão da Challenger, em janeiro de 1986, levou à suspensão de voos e a uma

ÔNIBUS ESPACIAL
Apesar de seus problemas, o ônibus espacial representou um grande passo no voo espacial: cumpriu mais de 100 missões com sucesso e apontou o caminho para futuras naves espaciais reutilizáveis.

do ônibus espacial – o mercado de lançamento de satélites tornou-se mais competitivo e outros países desenvolveram seus próprios veículos. Em 1984, Ronald Reagan anunciou uma nova estação espacial a ser construída pelo ônibus espacial. Mudanças políticas e cortes orçamentários deram origem à Estação Espacial Internacional (ISS, International Space Station). Sua construção sofreu muitos contratempos, como a perda do Columbia, em 2003.



LABORATÓRIO ORBITAL
A ISS já é a maior estrutura posta no espaço. Quando completa, terá o tamanho de um campo de futebol, com laboratórios e equipamentos fornecidos por 16 nações, e uma tripulação de até sete pessoas.

SERGUEI KRIKALEV

Serguei Krikalev (n.1958) é o recordista de permanência no espaço. Piloto brevetado, entrou no programa espacial soviético em 1981 e voou pela primeira vez a bordo da Mir em 1988. Voou no ônibus espacial e comandou a ISS (2005). No total, permaneceu um ano, cinco meses e dez dias no espaço.

SOZINHO NO ESPAÇO

Em 1984, Bruce McCandless, astronauta americano do ônibus espacial, fez esta caminhada livre pelo espaço usando uma mochila propelida a jato. Voou até cerca de 100m do ônibus, mais do que qualquer astronauta já se aventurara a se afastar da segurança de sua nave.

A exploração do Sistema Solar

Enquanto o homem permaneceu perto da Terra, máquinas se aventuraram no espaço. Sondas robóticas exploraram todos os planetas, exceto um, e muitos outros objetos nos enviaram imagens espetaculares e transformaram nossa visão do Sistema Solar.

ATERRISSADOR EM VÊNUS
O aterrissador soviético Venera 9 enviou dados da superfície de Vênus por 53 minutos após o pouso em 22.10.1975.

RUMO A OUTROS MUNDOS

Em 1959, a URSS começou a enviar sondas primitivas à Lua. A primeira, Lunik, errou o alvo por milhares de quilômetros, mas a segunda atingiu o satélite em cheio e a terceira foi capaz de voar por trás da Lua e enviar-nos imagens de seu lado oculto.

PIONEIRAS
As primeiras Pioneers, como a Pioneer 2, foram tentativas de chegar à Lua. Foram as primeiras sondas lançadas pelos EUA no espaço interplanetário.

A potência crescente dos foguetes permitiu que as nações empenhadas na corrida espacial pudessem enviar sondas aos outros mundos no Sistema Solar. As Pioneers dos EUA exploraram o espaço interplanetário, enquanto a série de sondas Mariner, muitas vezes construídas em pares como garantia contra acidentes, fez os primeiros sobrevoos de Vênus (1962), Marte (1965) e Mercúrio (1974). Essas sondas nos deram apenas um vislumbre dos planetas – nosso conhecimento do Sistema Solar só cresceu depois que os cientistas espaciais aperfeiçoaram as técnicas para pôr espaçonaves em órbita e fazê-las pousar nas superfícies de outros planetas (ambas feitas primeiro por sondas enviadas à Lua). Os soviéticos mandaram sondas fortemente blindadas para a atmosfera asfixiante de Vênus e receberam imagens de sua superfície em 1975. A Pioneer Venus da Nasa e a Magellan europeia usaram radar para mapear o planeta a partir de uma órbita. A Mariner 9 da Nasa entrou na órbita de Marte em 1971, e transformou nossa visão do planeta. Foi seguida pelas sondas gêmeas Viking, de 1976, cada uma composta por um orbitador e um aterrissador.

GRANDES CIRCUITOS E ALÉM

Os primeiros sobrevoos bem-sucedidos de Júpiter e Saturno foram feitos pelas Pioneers 10 e 11, em 1973 e 1979, mas um singular alinhamento dos planetas deu oportunidade para uma missão muito mais ambiciosa. As sondas gêmeas Voyager usaram um "estilingue gravitacional" para visitar os planetas gigantes, sobrevoando Júpiter em 1979 e Saturno

NA ÓRBITA DE MARTE
Primeira espaçonave a orbitar Marte, a Mariner 9 (acima) pôs fim à ideia de que o planeta era cheio de crateras, como a Lua. Suas fotos revelaram cânions, vulcões e leitos de rio secos (à direita).

DE VOLTA A MARTE
Esta paisagem marciana foi captada pelo Opportunity da Nasa em 2004. Um de um par de robôs exploradores, ele pousou na região do Meridiani Planum e provou conclusivamente que ela outrora esteve submersa.

em 1980-81. A Voyager-2 foi adiante, tornando-se a primeira e única sonda a visitar Urano e Netuno.

Em 1986, uma flotilha internacional de sondas espaciais partiu para receber o cometa Halley em seu retorno. A sonda europeia Giotto teve grande importância, ao enviar as primeiras imagens do núcleo de Halley e abrir caminho para outras missões a cometas e asteroides. A Nasa retornou a Marte em 1997 com o aterrissador Mars Pathfinder, a primeira de uma série de sondas cada vez mais ambiciosas, planejadas para preparar o pouso do homem no planeta no futuro. Nesse ínterim, as sondas Galileo e Cassini, enviadas a Júpiter e Saturno, respectivamente, investigaram as descobertas das Voyagers, passando longos períodos na órbita desses planetas.

CARL SAGAN

Famoso por sua série de TV *Cosmos*, Carl Sagan (1934-96) foi um cientista da Nasa envolvido com muitas sondas planetárias e pioneiro na pesquisa da possibilidade de existência de vida fora da Terra. Ajudou a projetar placas e discos a laser para as sondas Pioneer e Voyager, caso sejam encontradas por uma civilização extraterrestre no futuro distante.

PESQUISADOR DE SATURNO
A sonda Cassini-Huygens de Saturno, aqui em seu revestimento protetor enquanto aguarda o lançamento, é do tamanho de um ônibus e leva os mais avançados instrumentos para um levantamento completo do sistema saturnal.

HIPÉRION
Esta assombrosa fotografia em cores falsas de Hipérion, o satélite de Saturno, foi feita pela espaçonave Cassini em setembro de 2005. Sua complexa trajetória de voo leva-a a poucas centenas de quilômetros da maioria das grandes luas de Saturno, revelando-as em detalhes sem precedentes.

O desvendamento das estrelas

Nas primeiras décadas do séc.XX, os astrônomos possuíam as técnicas para estudar as características das estrelas distantes, e até suas composições, mas a fonte da energia que há dentro delas e as faz brilhar continuava desconhecida.

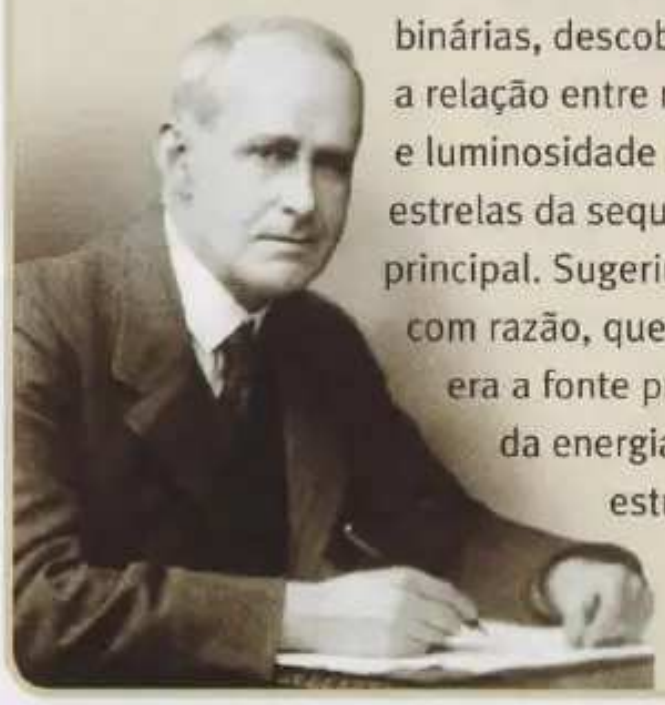
FORNALHAS ESTELARES

A descoberta de elementos radioativos na década de 90 abriu caminho para novas técnicas de datação que sugeriram que a Terra tem vários bilhões de anos. Como se admite em geral que o Sol e os planetas se formaram ao mesmo tempo, isso significa que também o Sol brilha há bilhões de anos, mas nenhuma fonte de energia conhecida teria sido capaz de sustentá-lo por tanto tempo (antes considerava-se que a contração e o aquecimento gravitacionais poderiam tê-lo sustentado por alguns milhões de anos).

Felizmente, além de revelar o problema, a física nuclear deu também a solução. Com maior conhecimento das reações entre núcleos atômicos, astrônomos como Arthur Eddington começaram a compreender que a fusão nuclear (a junção de núcleos atômicos leves para formar outros mais pesados) era uma fonte potencial de imensa energia a partir da destruição de pouco material. Só em 1938 Hans Bethe, físico alemão, elucidou os detalhes da cadeia de fusão do hidrogênio que dá energia a estrelas como o Sol. Estima-se hoje que o Sol e estrelas semelhantes têm massa de hidrogênio suficiente para brilhar por cerca de dez bilhões de anos.

ARTHUR EDDINGTON

O astrônomo britânico Arthur Eddington (1882-1944) comandou a expedição de 1919 à ilha do Príncipe para comprovar a teoria da relatividade geral de Einstein (ver p.24). Fez também as primeiras medições das massas estelares em estrelas binárias, descobrindo a relação entre massa e luminosidade para as estrelas da sequência principal. Sugeriu ainda, com razão, que a fusão era a fonte primária da energia nas estrelas.

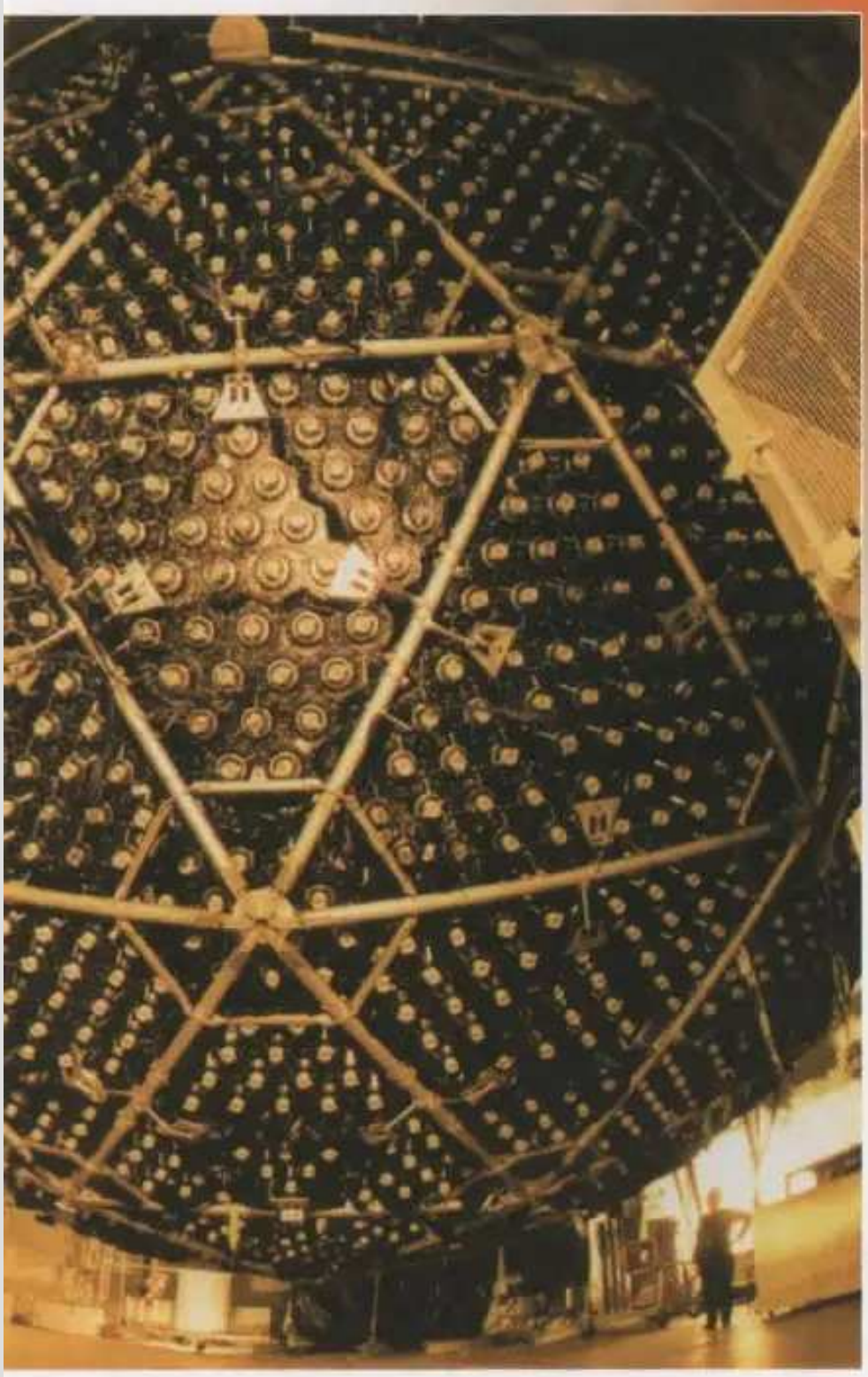


O CICLO DO HIDROGÊNIO

O ciclo do hidrogênio, ou próton-próton, que produz energia no âmago das estrelas semelhantes ao Sol, envolve uma sequência de reações em que núcleos de hidrogênio (prótons) se fundem uns com os outros e depois sofrem decaimento radioativo para produzir núcleo de hélio (dois prótons e dois nêutrons).

um pósitron e um neutrino

um fóton de raio gama



ACIMA DO LIMITE
O remanescente de supernova conhecido como nebulosa do Caranguejo mostra "ondulações" geradas pela estrela de nêutron em rápida rotação (pulsar) em seu cerne. As estrelas de nêutrons são estrelas desintegradas mais pesadas que o "limite de Chandrasekhar" de 1,4 da massa solar, que assinala a anã branca mais pesada possível. O limite foi descoberto por Lev Landau.

PARTÍCULAS VINDAS DO SOL
Observatórios de neutrinos como este no Canadá usam imensos tanques detectores subterrâneos para registrar as partículas de neutrino quase sem massa liberadas por fusão nuclear em estrelas semelhantes ao Sol.

OBJETOS EXTREMOS

A sugestão de que as estrelas são máquinas gigantescas para liberar vastas quantidades de energia mediante a transformação de hidrogênio em hélio desencadeou uma explosão de descobertas e novas teorias extravagantes. Avanços no estudo da física atômica na Terra provaram ter implicações para a natureza e estrutura de algumas estrelas exóticas. Por exemplo, os astrônomos sabiam havia algum tempo da existência de anãs brancas superdensas, mas foi em 1927 que o astrônomo indiano Subramanyan Chandrasekhar (1910-95) sugeriu que elas podiam ser os cernes desintegrados de estrelas extintas, sustentadas apenas pela pressão entre seus átomos. Em 1932, o físico russo Lev Landau compreendeu que a física atômica impunha um limite superior à massa das anãs brancas. Acima de certo peso, o limite de Chandrasekhar, as forças entre as partículas na estrela não poderiam resistir à gravidade e o vestígio estelar se desintegraria num estado ainda mais denso, uma estrela de nêutrons. Essas estrelas foram finalprimeiro pulsar (ver p.67) em 1967. Até estrelas de nêutrons provaram ter um limite superior, acima do qual suas partículas se dissolveriam em quarks ainda mais diminutos e elas se desintegrariam para formar buracos negros.

STEPHEN HAWKING

Conhecido sobretudo pelo livro *Uma breve história do tempo*, Stephen Hawking fez grande parte de seu trabalho inovador sobre a estrutura dos buracos negros nos anos 60 e 70. Esses objetos, cuja gravidade impede que a luz escape deles, foram sugeridos pela primeira vez no séc.XVIII, mas revividos pelas descobertas da física de partículas na década de 60.

Hawking descobriu muitos aspectos do comportamento dos buracos negros, o mais famoso é a "radiação Hawking", gerada em redor de seus limites.

mente detectadas com a descoberta do

A expansão dos limites

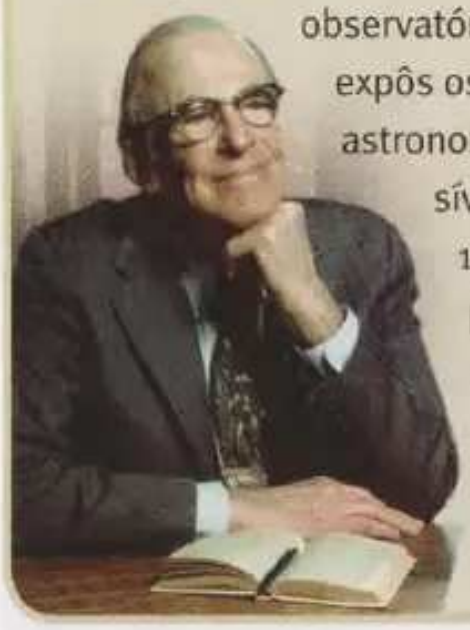
O final do séc.XX viu grandes avanços nos instrumentos astronômicos. Os telescópios aumentaram, os observatórios em órbita estudaram o céu em comprimentos de ondas que não chegam à Terra e computadores permitiram tratar esses dados de novas maneiras.

OLHANDO PARA MAIS LONGE

De 1948 a 1991, o Hale Telescope em monte Palomar, Califórnia, com espelho de 5m, foi o maior telescópio funcional do mundo. Desde a década de 90, porém, o desenvolvimento de espelhos mais finos e de sistemas controlados por computador que corrigem distorções na forma dos espelhos, assegurando desempenho máximo (óptica adaptativa), levou a uma nova geração de gigantes. A interferometria, técnica usada pela primeira vez na década de 40 para combinar as imagens oriundas de diferentes radiotelescópios e compensar sua baixa resolução (ver p.41), é usada hoje com telescópios ópticos, levando a enormes telescópios "em rede" como o Very Large Telescope (VLT) no Chile.

LYMAN SPITZER

O astrônomo americano Lyman Spitzer (1914-92) fez avanços significativos no estudo da formação das estrelas, do meio interestelar e da formação dos sistemas planetários. Um dos primeiros a ver as vantagens de observatórios espaciais, expôs os benefícios da astronomia óptica e da invisível, num artigo de 1946. Foi em grande parte responsável pelo lançamento do telescópio espacial Hubble, em 1990.



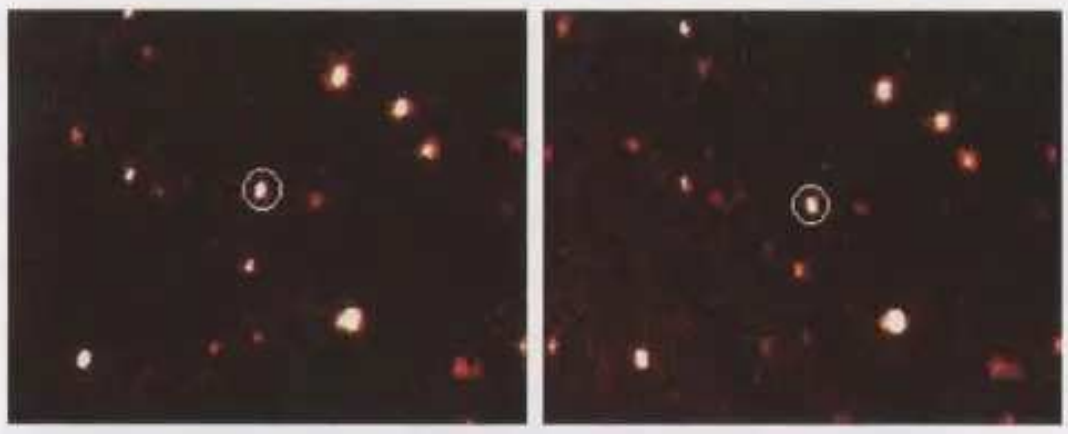
O PICO DOS ASTRÔNOMOS

O cume de Mauna Kea no Havaí é crivado de observatórios. Os maiores são os telescópios gêmeos Keck, um deles aqui à esquerda. Ambos têm espelhos de 10m, mas suas imagens podem ser combinadas por interferometria para simular a resolução de um telescópio com espelho de 85m. O Keck I foi concluído em 1993.

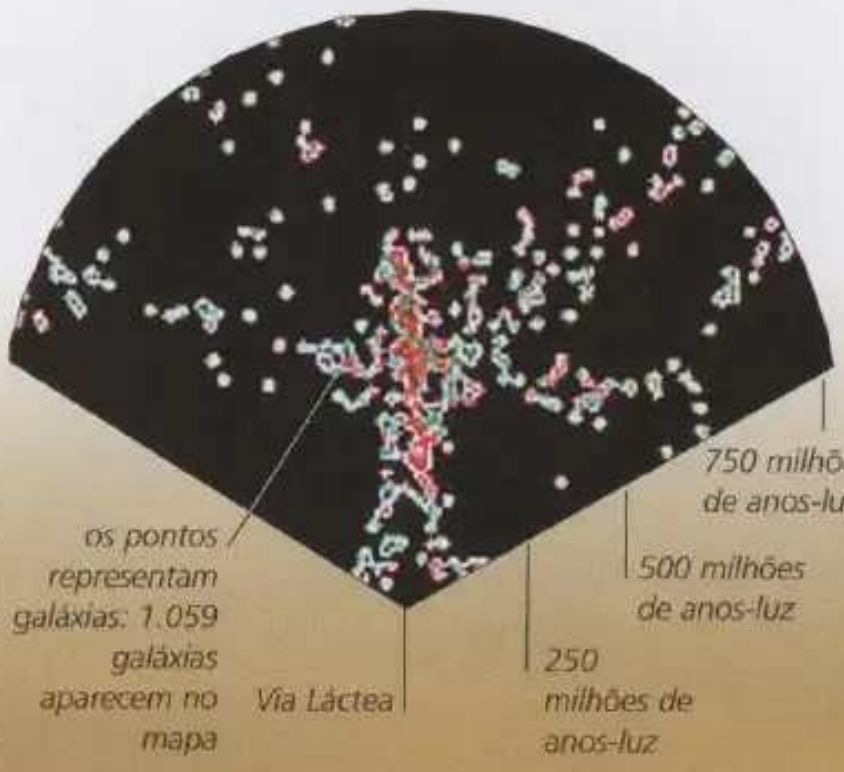
OUTROS MUNDOS
Esta fotografia do HST mostra um anel de poeira em volta de uma estrela próxima semelhante ao Sol, Formalhaut, ao redor da qual planetas podem estar se formando. Feita com um "disco ocultador" preto para bloquear a luz da própria estrela, essa técnica só funciona bem no espaço.

NOVOS HORIZONTES

A nova geração revolucionária de telescópios pôs objetos inteiramente novos ao alcance dos astrônomos. Embora o espelho do telescópio espacial Hubble não fosse grande, graças à sua posição acima da atmosfera ele não perdia luz por absorção, e sua resolução era a melhor possível. Em contraste, telescópios gigantescos baseados no solo como o Keck e o VLT podem ver objetos mais distantes e menos iluminados, mas não tão claramente como o HST. A tecnologia de registro também mudou – CCDs eletrônicos (ver p.144-5) respondem à luz de maneira diferente de chapas fotográficas, e como registram digitalmente, dados de muitas exposições curtas podem ser combinados numa imagem de exposição longa, de uma maneira impossível com a fotografia convencional. Entre as descobertas feitas nesta nova era estão o cinturão de Kuiper além de Plutão, sistemas planetários extrassolares e a estrutura do próprio Universo.



A BORDA DO SISTEMA SOLAR
Telescópios recentes detectaram objetos de brilho fraco em nosso quintal cósmico, como aquele do cinturão de Kuiper 2003 UB_{313}, se movendo contra o horizonte das estrelas.



OS LIMITES DO UNIVERSO
Os astrônomos já medem os desvios para o vermelho de milhares de galáxias distantes. O mapeamento de suas posições revela características como os filamentos e vazios do Universo em grande escala. Um desses mapas (à esq.) mostrou galáxias distribuídas na forma de "boneco de pauzinhos".

O UNIVERSO INVISÍVEL

Até meados do séc.XX só era possível estudar objetos celestes através da radiação que emitiam em comprimentos de onda visíveis. Mas a luz visível é apenas uma diminuta porção do espectro das ondas eletromagnéticas, que variam desde ondas de rádio de comprimentos extremamente longos até raios gama de comprimentos de onda curtos. Esses, em particular, são muito danosos para o tecido vivo, mas felizmente a atmosfera da Terra bloqueia quase todos os comprimentos de onda, exceto a luz visível e algumas ondas de rádio. Os astrônomos só descobriram que objetos como o Sol emitiam energia nesses outros comprimentos de onda em 1946, quando usaram foguetes para lançar os primeiros detectores na atmosfera superior.

O advento da era espacial criou novos campos de astronomia invisível. Observatórios orbitantes já mapearam o Universo em comprimentos de onda que vão de raios gama e raios X – em que alguns dos eventos mais violentos do Universo podem ser detectados – até a luz ultravioleta, que as estrelas mais quentes emitem na maior parte de sua radiação, e as ondas infravermelhas (calor), emitidas principalmente por objetos frios, pálidos demais para serem vistos à luz visível.

O UNIVERSO QUENTE

Em geral os mapas do céu em comprimentos de onda invisíveis só podem ser feitos a partir de uma órbita. Nesta carta de raios X de todo o céu, gerada pelo satélite europeu Rosat, vemos bolhas de gás quente perto do Sol, em amarelo e verde, e fortes fontes de radiação, como restos de supernovas, em azul.

À PROCURA DE VIDA

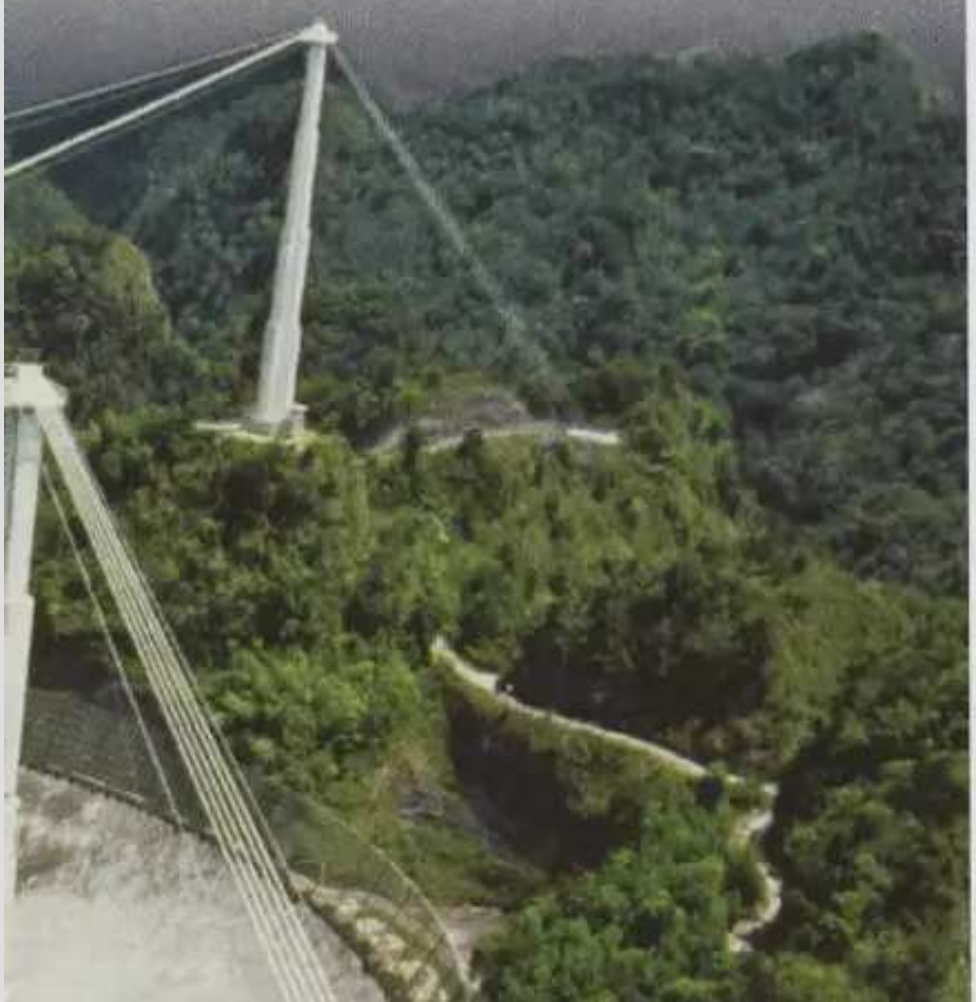
O radiotelescópio de 305m em Arecibo, Porto Rico, enviou nossa primeira mensagem para as estrelas em 1974. Descobriu também planetas extrassolares e um pulsar binário.

GALÁXIAS ATIVAS

Radiogaláxias são um tipo de galáxia ativa (ver p.77) que se forma quando jatos de partículas de alta energia vindas da região central da galáxia colidem com material no espaço intergaláctico. Estão entre as fontes mais intensas de rádio no céu.

RADIOASTRONOMIA

Entre as novas radiações, as primeiras a serem exploradas foram as ondas de rádio – pela simples razão de que muitas delas chegam à Terra intactas. Sinais de rádio vindos do céu foram detectados pela primeira vez pelo engenheiro americano Karl Jansky em 1932. Ele compreendeu que os sinais eram mais fortes quando a Via Láctea estava visível, mas não levou a pesquisa adiante. A primeira antena em forma de disco foi construída alguns anos depois por outro americano, Grote Reber, mas o primeiro dos enormes radiotelescópios só foi erguido por influência de Bernard Lovell, nos anos 50 na Grã-Bretanha. Hoje os astrônomos usam a interferometria para combinar imagens de telescópios espalhados pelo mundo. Entre as descobertas importantes da radioastronomia estão a distribuição de gás interestelar (mapeada através das emissões de rádio de hidrogênio); as emissões de rádio a partir de buracos negros, como o que está no centro de nossa galáxia; e as "radiogaláxias" ativas.



SIR BERNARD LOVELL

O radioastrônomo britânico Bernard Lovell (n.1913) foi a força motriz por trás do primeiro grande radiotelescópio do mundo, o disco de 76m em Jodrell Bank, na Inglaterra. A recompensa veio em 1957, quando o início da era espacial tornou o rastreamento de satélites por rádio uma prioridade. Devem-se a Lovell a primeira detecção de meteoros por rádio e estudos da radioatividade do Sol e de estrelas variáveis fracas, *flare stars*.

FRONTEIRAS DA ASTRONOMIA

A astronomia continua encontrando novos campos de investigação. Com as últimas gerações de telescópios, classes inteiramente novas de objetos podem ser estudadas. Centenas de novos planetas são descobertos fora do Sistema Solar, e a procura de vida em outro lugar do Universo, em especial de vida inteligente, intensificou-se. Uma nova ciência – a astrobiologia – estuda as condições em que a vida poderia sobreviver entre as estrelas. O programa Search for Extraterrestrial Intelligence (Seti) está sempre alerta para sinais revela-

dores de civilizações extraterrestres. Telescópios potentes que nos permitem examinar o big-bang cada vez mais de perto revelam os segredos da formação das galáxias e estão prestes a nos mostrar a primeira geração de estrelas. Assim, a astronomia moderna nos aproxima cada vez mais de nossas origens.

O UNIVERSO

Origens

O estudo do Universo, suas origens e evolução, é chamado cosmologia. É uma ciência extremamente teórica, mas nela repousam os fundamentos de toda a astronomia. Ao longo de toda a história, várias teorias, algumas mais científicas que outras, foram usadas para explicar o Universo, mas a cosmologia moderna baseia-se na teoria do big-bang. Desenvolvida em meados do séc.XX, ainda é a explicação mais bem aceita para as propriedades observadas do

Universo e as leis da física teórica.

TODOS OS OBJETOS REMOTOS vistos no céu são parte do mesmo Universo e só podemos esperar compreendê-los se obedecerem às mesmas leis e forem similares em geral aos objetos próximos. Os cosmólogos estão limitados pela incapacidade de realizar experimentos e pelo fato de só poderem estudar um único Universo, o nosso. Modelos de computador sanaram em parte esse problema, mas a cosmologia ainda é basicamente um esforço para encontrar teorias que expliquem os aspectos do Universo como os vemos e os medimos hoje. Eles incluem a velocidade fixa da luz, o fato de o Universo estar se expandindo e o modo como a matéria se distribui pelo cosmo.

O TELESCÓPIO ESPACIAL HUBBLE
Um de seus objetivos básicos foi medir a distância de galáxias remotas e ajudar a calcular a taxa de expansão do Universo.

O BIG-BANG

O big-bang atribui a expansão do Universo e a criação de toda a matéria a uma explosão cataclísmica 13,7 bilhões de anos atrás. Explica muitas características do Universo atual e a prova cabal a seu favor é que todo o céu ainda fulgura com uma débil radiação que resta da explosão inicial. Mas a teoria precisou ser remendada algumas vezes para esclarecer novos problemas. O maior desses remendos é a "inflação", desenvolvido quando se descobriu que as galáxias se distribuíam de maneira muito irregular pelo Universo.

Pela tese original do big-bang, a matéria estaria mais uniformemente distribuída. Segundo a teoria, a inflação foi uma breve mas espetacular "explosão de crescimento" em que o Universo primitivo passou do tamanho de um átomo ao de uma galáxia. No processo, variações microscópicas de densidade expandiram-se para uma escala em que podem explicar a distribuição atual das galáxias.

CASSIOPEIA A – REMANESCENTE DE SUPERNOVA
Gerações de estrelas reciclaram a matéria no Universo, criando e dispersando elementos mais pesados ao morrer em espetaculares explosões de supernovas.

DE OLHO NO FUTURO

A cosmologia moderna enfrenta muitos desafios. Um dos maiores é prever o destino final do Universo. Recentes medições da expansão do Universo sugerem que ela está se acelerando, o que significa que talvez continue para sempre. Essa aceleração se deve a uma força misteriosa chamada "energia escura", que pode estar esticando o próprio espaço. Resta saber o que é exatamente a energia escura e se pode ser incorporada a nossos modelos atuais do Universo.

A estrutura do Universo

O Universo é tudo – o espaço, o tempo, e toda a matéria e energia que contém, desde as maiores estrelas até as menores partículas subatômicas. Só podemos estudar em detalhe pequenas regiões, mas a partir disso é possível ter uma ideia sobre a escala e a estrutura do todo.

O QUADRO MAIS AMPLO

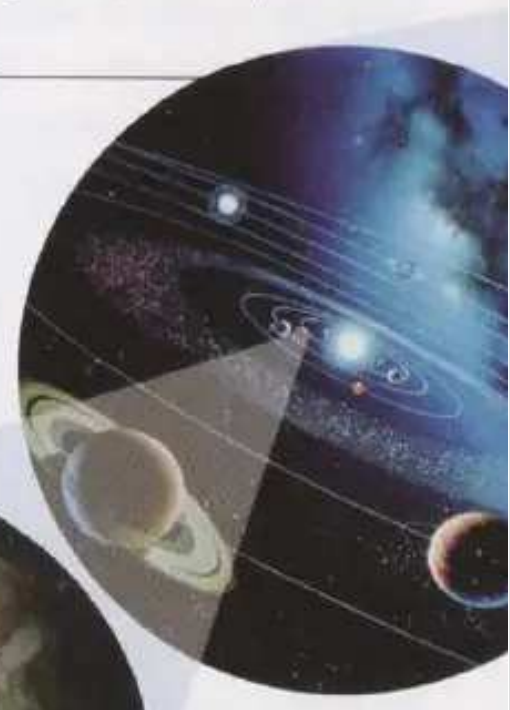
reconhecível – não há nada além do

O Universo se estica por enormes distâncias em todas as direções – talvez até o infinito. Do nosso ponto de vista na Terra, estamos no centro de um "Universo observável" com um raio de 13,7 bilhões de anos-luz (um ano-luz são 9,5 trilhões de km). A luz de objetos mais distantes não teve tempo de chegar até nós desde a criação do Universo.

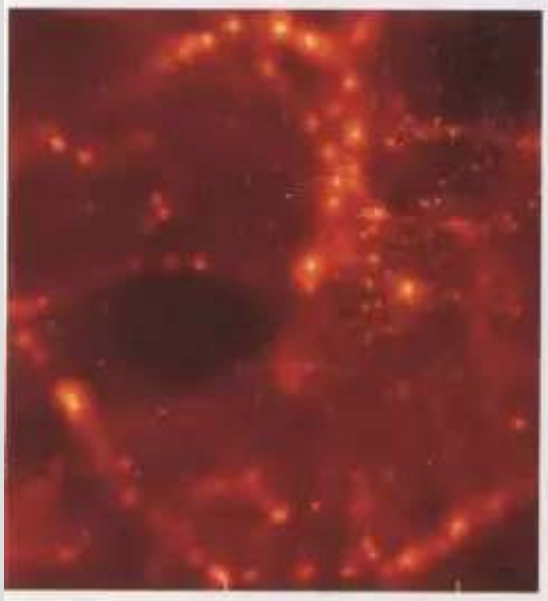
Mas o Universo vai além de nossos limites observáveis. O que está acessível a observadores num planeta a 13,7 bilhões de anos-luz da Terra abrangeria regiões que desconhecemos, e assim por diante. Não há certamente qualquer "borda" [illegible] Universo que possa ser um limite –, mas como espaço e tempo podem ser curvados pela gravidade, o Universo pode se "curvar" de maneiras estranhas e talvez até se dobre sobre si mesmo em alguns lugares.

A ESCALA DO UNIVERSO

O Universo é tão vasto que é quase impossível concebê-lo. Uma maneira de imaginar seu tamanho é usar uma série de degraus astronômicos – de um planeta para um sistema solar, para uma galáxia, e assim por diante.



O Sistema Solar
Os planetas estão perdidos no espaço do Sistema Solar – girando em torno do Sol a distâncias que vão de dezenas de milhões a bilhões de quilômetros. O próprio Sol é uma típica estrela de meia-idade, com 1,4 milhão de km de diâmetro.



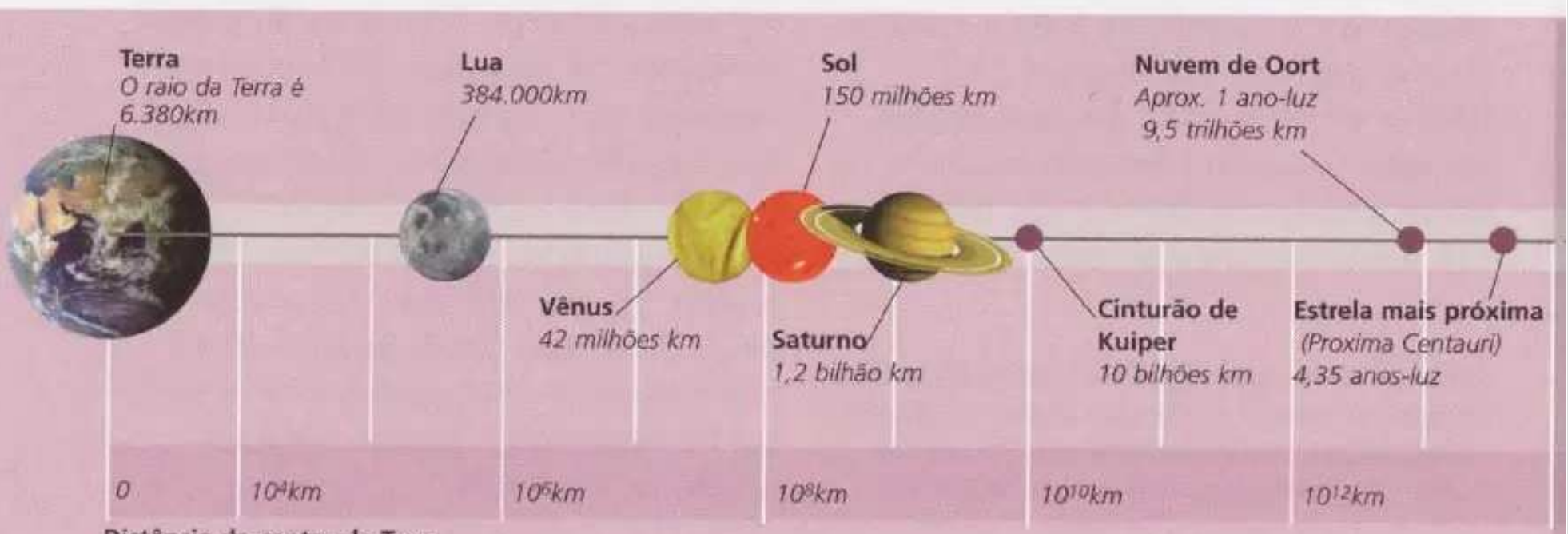
FILAMENTOS E VAZIOS

Mapas de aglomerados e superaglomerados de galáxias mostram padrões significativos no Universo. Aglomerados formam filamentos semelhantes a cordões e folhas bidimensionais em torno das bordas de vastos espaços escuros ou vazios. Essa estrutura subjacente deve ter surgido na primeira era do Universo (ver p.52-3).

O planeta Terra
Planetas rochosos como a Terra têm tipicamente alguns mil quilômetros de diâmetro. Planetas de gás, como Júpiter, podem ser gigantescos – mais de 100 mil km de lado a lado.

DISTÂNCIAS CÓSMICAS

A vastidão do Universo só pode ser representada numa escala logarítmica. No diagrama abaixo, a primeira divisão representa 10 mil km. Cada divisão adicional marca um aumento de dez vezes em escala sobre a anterior (nem todas as divisões são rotuladas).



Superaglomerado de galáxias
Na escala maior, galáxias agrupam-se em aglomerados e estes se fundem para formar superaglomerados, às vezes com milhares de galáxias grandes e pequenas, num espaço de poucas dezenas de

milhões de anos-luz de diâmetro.

A Via Láctea
O Sol é apenas uma dos 200 bilhões de estrelas na Via Láctea. Típica galáxia espiral, tem pelo menos 100 mil anos-luz de diâmetro.

A nuvem de Oort
A gravidade do Sol domina uma região do espaço com cerca de um ano-luz ou 9,5 trilhões de km de raio. Na borda externa do Sistema Solar há um vasto halo esférico de cometas congelados, a nuvem de Oort.

O UNIVERSO EM EXPANSÃO

Ao olhar as galáxias em todas as direções, os astrônomos veem provas de que elas estão se afastando rapidamente de nós e umas das outras. Quanto mais longe está uma galáxia, mais depressa retrocede. A única explicação lógica é que o próprio Universo está se expandindo e afastando os aglomerados de galáxias. Se isto é verdade, é provável que antes tudo estivesse muito próximo, e muito mais quente. Esta é a origem da teoria do big-bang: o Universo nasceu numa única grande explosão há bilhões de anos.

Esfera de 1.000 anos-luz
90% das estrelas visíveis a olho nu estão a menos de mil anos-luz da Terra

Centro da Via Láctea
28 mil anos-luz

Galáxia de Andrômeda
2,5 milhões de anos-luz
24 quintilhões km

Aglomerado de Virgem
60 milhões de anos-luz

Quasar mais próximo
1 bilhão de anos-luz
9,5 sextilhões km

Borda do Universo visível
3,7 bilhões de anos-luz
123 sextilhões km

10^{14}km 10^{16}km 10^{18}km 10^{20}km 10^{22}km

O big-bang

O big-bang é hoje o melhor modelo do início do Universo. Há cerca de 13,7 bilhões de anos, ele nasceu numa violenta explosão. Numa fração de um segundo, toda a energia e matéria no cosmo foram

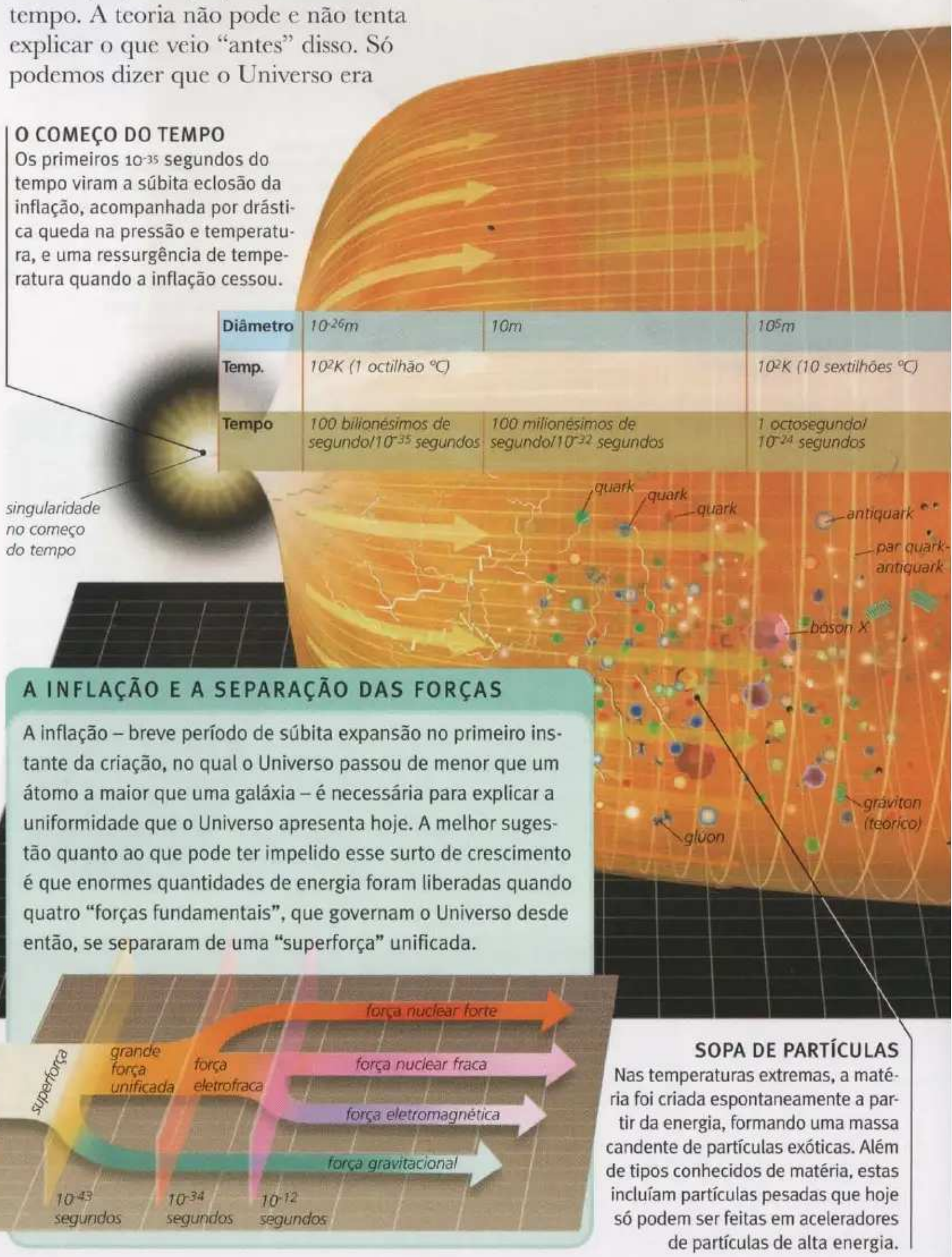
criadas e a matéria assumiu sua forma presente.

NO INÍCIO

O big-bang não foi uma explosão no sentido convencional – foi uma explosão do próprio espaço e o início do tempo. A teoria não pode e não tenta explicar o que veio "antes" disso. Só podemos dizer que o Universo era infinitamente pequeno, denso e quente ao nascer. Nos 10^{-43} primeiros segundos, o chamado "tempo de Planck", as leis normais da física não se aplicavam.

O COMEÇO DO TEMPO

Os primeiros 10^{-35} segundos do tempo viram a súbita eclosão da inflação, acompanhada por drástica queda na pressão e temperatura, e uma ressurgência de temperatura quando a inflação cessou.



A INFLAÇÃO E A SEPARAÇÃO DAS FORÇAS

A inflação – breve período de súbita expansão no primeiro instante da criação, no qual o Universo passou de menor que um átomo a maior que uma galáxia – é necessária para explicar a uniformidade que o Universo apresenta hoje. A melhor sugestão quanto ao que pode ter impelido esse surto de crescimento é que enormes quantidades de energia foram liberadas quando quatro "forças fundamentais", que governam o Universo desde então, se separaram de uma "superforça" unificada.

SOPA DE PARTÍCULAS

Nas temperaturas extremas, a matéria foi criada espontaneamente a partir da energia, formando uma massa candente de partículas exóticas. Além de tipos conhecidos de matéria, estas incluíam partículas pesadas que hoje só podem ser feitas em aceleradores de partículas de alta energia.

Do tempo de Planck em diante, porém, a teoria teve mais sucesso. A densidade da energia era tão alta que partículas de matéria podiam se

GEORGE GAMOW

A teoria do big-bang foi desenvolvi-

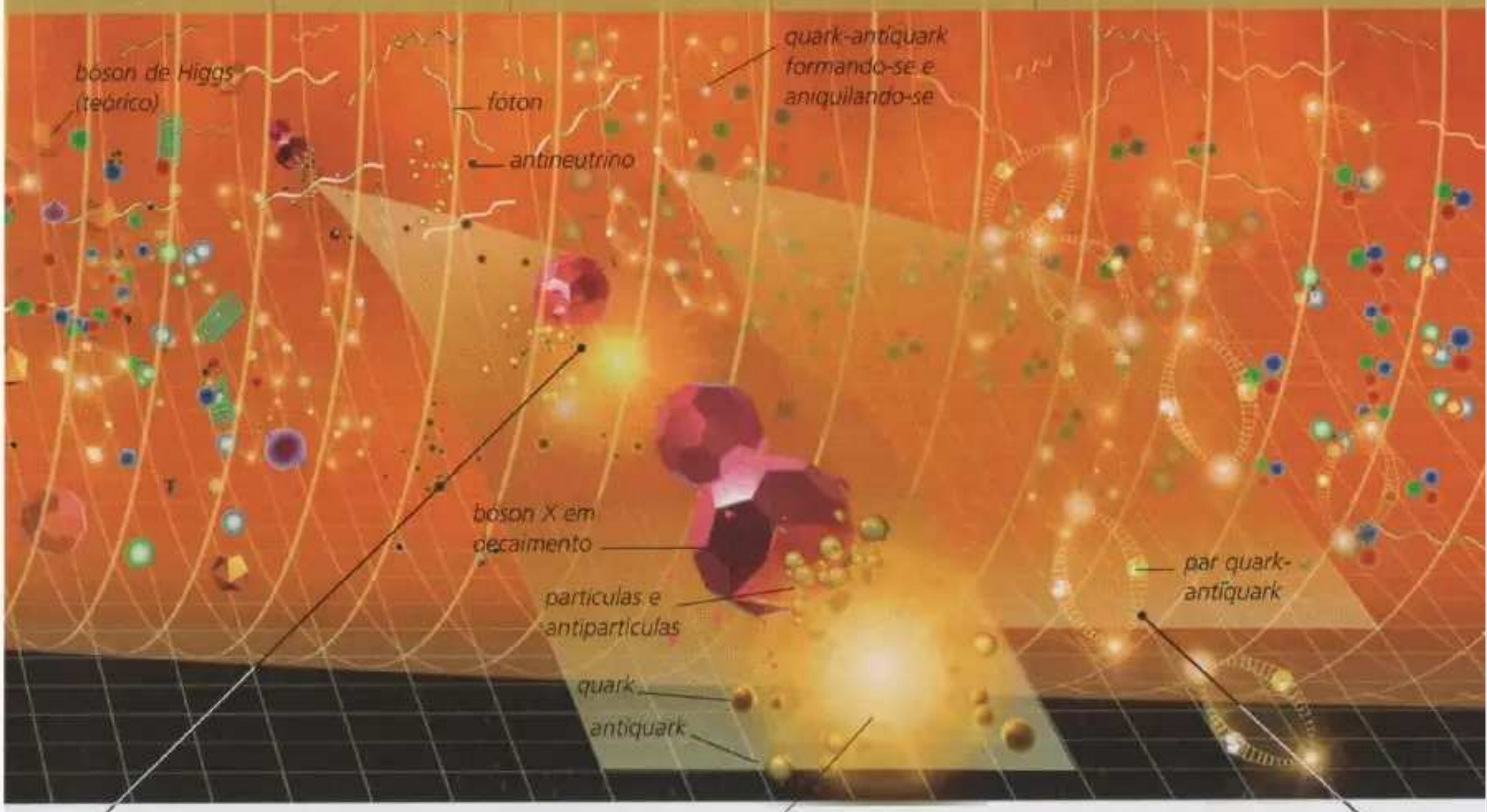
formar e decair espontaneamente, segundo a famosa equação de Einstein: $E=mc^2$. À medida que o Universo se expandiu, a densidade e a temperatura caíram e a massa das partículas que podiam se formar desse modo diminuiu, até que, após um microssegundo (um milionésimo de segundo), a temperatura caiu a menos de um quatrilhão °C e não pôde haver mais formação de matéria.

da pelo físico russo George Gamow (1904-68) e alguns colegas nos anos 50. Gamow ajudou a explicar como as reações termonucleares dão energia às estrelas. Com seu conhecimento de física nuclear de altas energias, pôde esclarecer como diferentes partículas se formaram num "big-bang quente".

10^6m (1.000km) | *10^9m (1 milhão km)* | *10^{12}m (1 bilhão km)*

10^{21}K (1 sextilhão °C) | *10^{18}K (1 quintilhão °C)* | *10^{15}K (1 quatrilhão °C)*

1 zeptossegundo/ 10^{-21} segundos | *1 atossegundo/ 10^{-18} segundos* | *1 fentossegundo/ 10^{-15} segundos* | *1 picossegundo/ 10^{-12} segundos* | *1 nanossegundo/ 10^{-9} segundos*



MAIS MATÉRIA QUE ANTIMATÉRIA
O big-bang deve ter criado quantidades iguais de matéria e antimatéria, mas o Universo atual é dominado por matéria normal. A explicação pode estar na partícula chamada bóson X, que, ao decair, produz uma quantidade ligeiramente maior de matéria. Assim, gerou-se um diminuto desequilíbrio (talvez só de 0,000001%).

partículas e antipartículas (o mesmo que partículas normais mas com cargas elétricas opostas) colidem, "aniquilando-se" umas às outras numa explosão de energia

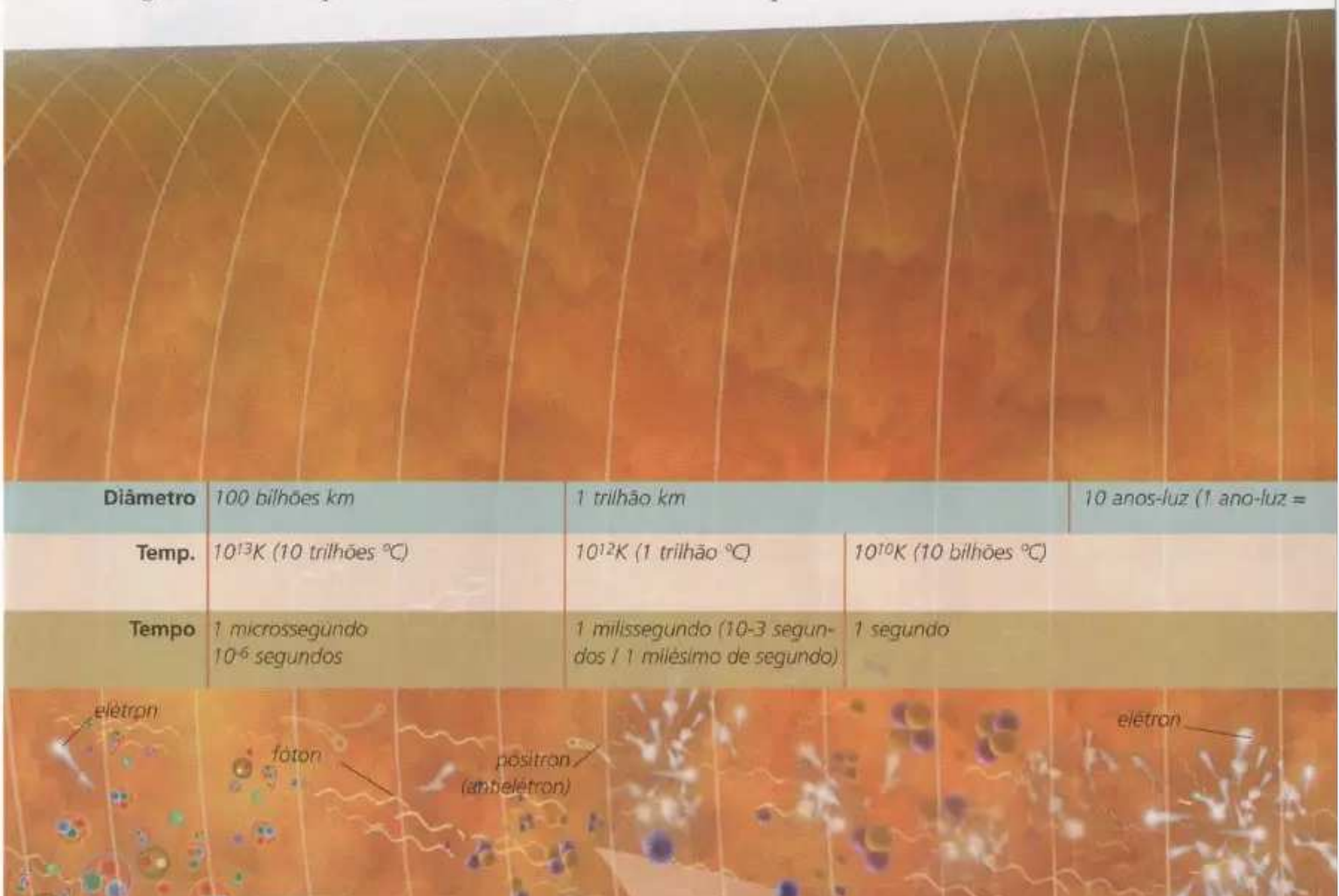
CONGELAMENTO E DESTRUIÇÃO
À medida que partículas e antipartículas colidiam, o material criado no big-bang foi quase todo reconvertido em energia, deixando pouca matéria para trás. A liberação de energia sustentou a temperatura do Universo por algum tempo, mas por fim nem as partículas de luz puderam ser criadas espontaneamente e o conteúdo do Universo se fixou.

O UNIVERSO PRIMITIVO
Após o primeiro microssegundo, com

dos elementos leves. Os fótons saltavam de um lado para outro entre partículas de

após o primeiro milissegundo, com as temperaturas em queda, as partículas não se moviam mais tão rapidamente e podiam se aglutinar. As primeiras a fazê-lo foram os quarks – partículas pesadas que compõem os prótons e os nêutrons no núcleo de todos os átomos atuais. Uma pequena proporção deles ligou-se então para formar os núcleos

de um lado para outro entre partículas de matéria, impedindo-as de se fundir, e o cosmo era opaco. Matéria escura, não afetada pelos fótons, começou a formar estrutura. Por fim, após 300 mil anos, núcleos e elétrons combinaram-se em átomos. O número de partículas caiu rapidamente e a bruma do Universo dissipou-se.



PRIMEIROS PRÓTONS E NÊUTRONS
As primeiras partículas conhecidas a se formarem foram os prótons e nêutrons – as que se encontram nos núcleos dos átomos atuais. A união de dois quarks up e um quark down formou um próton, positivamente carregado; a de dois quarks down e um quark up formou um nêutron, sem carga.

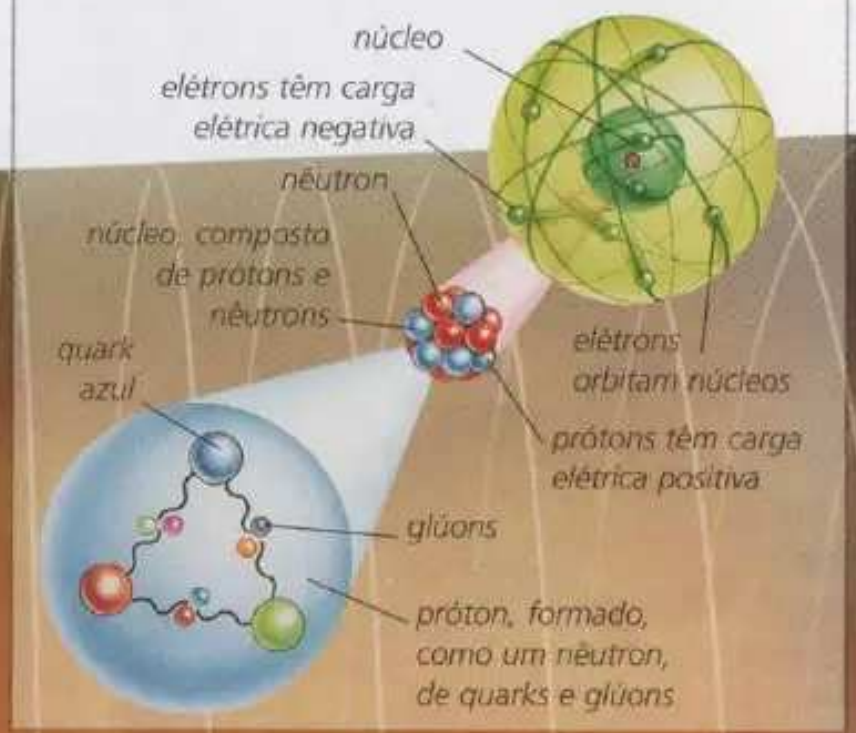
NUCLEOSSÍNTESE
À medida que a temperatura caiu, prótons e nêutrons formaram ligações estáveis. Como só os núcleos atômicos mais leves se formaram assim, o Universo jovem era dominado por núcleos de hidrogênio (prótons livres) e núcleos de hélio.

O INTERIOR DO ÁTOMO

O QUE É MATÉRIA ESCURA?

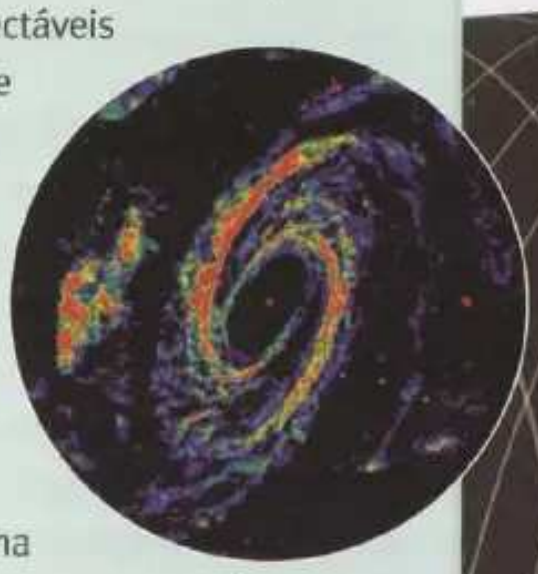
O INTERIOR DO ÁTOMO

O átomo compõe-se de um núcleo de prótons e nêutrons (núcleons), orbitados por camadas de életrons. Cada próton ou nêutron compõe-se de três partículas ainda mais minúsculas, os quarks. Cada elemento químico tem um número diferente de prótons e nêutrons no núcleo de seu átomo.



O QUE É MATÉRIA ESCURA?

É provável que 90% de toda matéria seja "escura". Ela se faz notar em efeitos gravitacionais de aglomerados de galáxias e em volta de galáxias individuais, revelado pela rotação de M81, mostrada aqui. Algumas são formadas por estrelas mortas, mas acredita-se que a maioria sejam indetectáveis Partículas Maciças de Fraca Interatividade. Elas começaram a se fundir logo após o big-bang, formando uma estrutura em torno da qual a matéria visível iria tomar forma mais tarde.

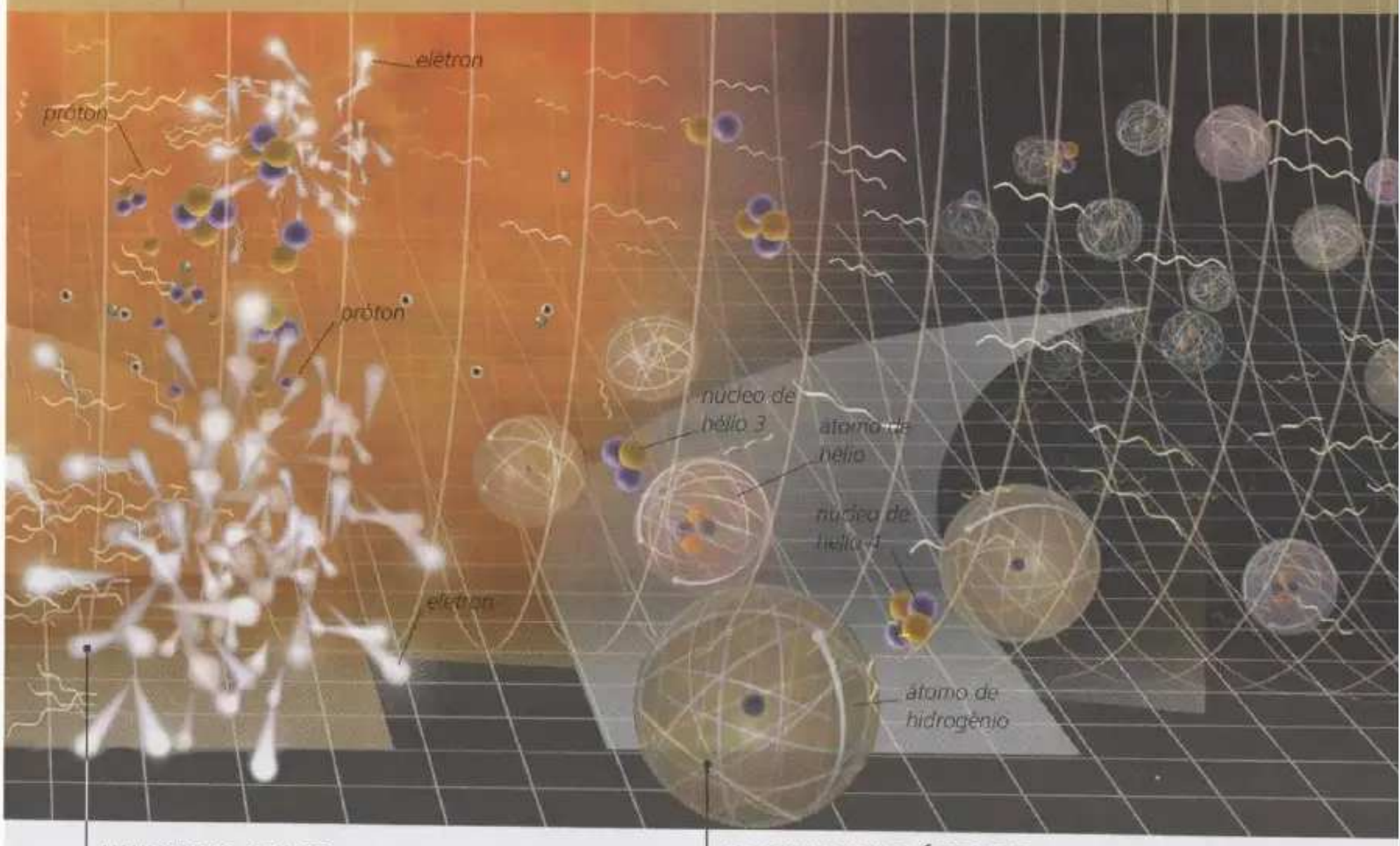


GALÁXIA M81

,46 trilhões km | 10 mil anos-luz | 100 milhões de anos-luz

10^8K (100 milhões °C) | 3.000K (2.700 °C)

200 segundos | 300 mil anos



UNIVERSO OPACO

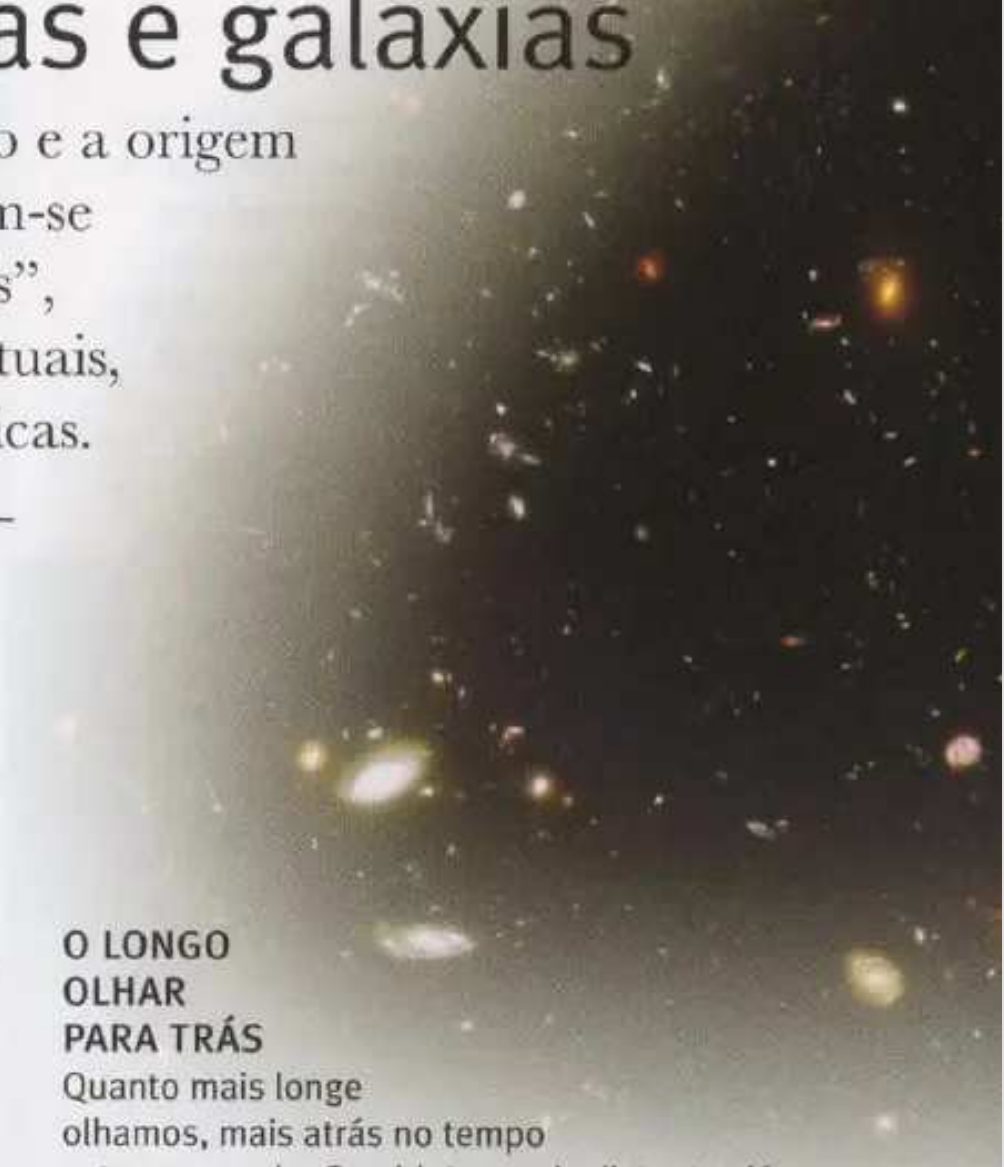
A nucleossíntese reduziu os números das partículas livres, mas restaram inúmeros léptons – partículas leves dominadas por elétrons negativamente carregados. Radiação eletromagnética, como fótons de luz, saltava de um lado para outro entre os léptons e os núcleos, criando uma bruma.

OS PRIMEIROS ÁTOMOS

Trezentos mil anos após o big-bang, a temperatura caiu, e os átomos puderam permanecer estáveis. Elétrons uniram-se a núcleos atômicos formando os átomos dos elementos leves, e, à medida que a densidade das partículas se reduziu, a bruma se dissipou e os fótons ficaram livres para viajar em linhas retas.

Primeiras estrelas e galaxias

A estruturação inicial do Universo e a origem dos seus primeiros objetos ocultam-se numa misteriosa "idade das trevas", além do alcance dos telescópios atuais, e ainda são em grande parte teóricas.



O LONGO OLHAR PARA TRÁS
Quanto mais longe olhamos, mais atrás no tempo estamos vendo. Os objetos mais distantes já fotografados são os captados no Campo Ultraprofundo do Hubble – galáxias primitivas menos de um milhão de anos após o big-bang.

AS SEMENTES SE ESPALHAM

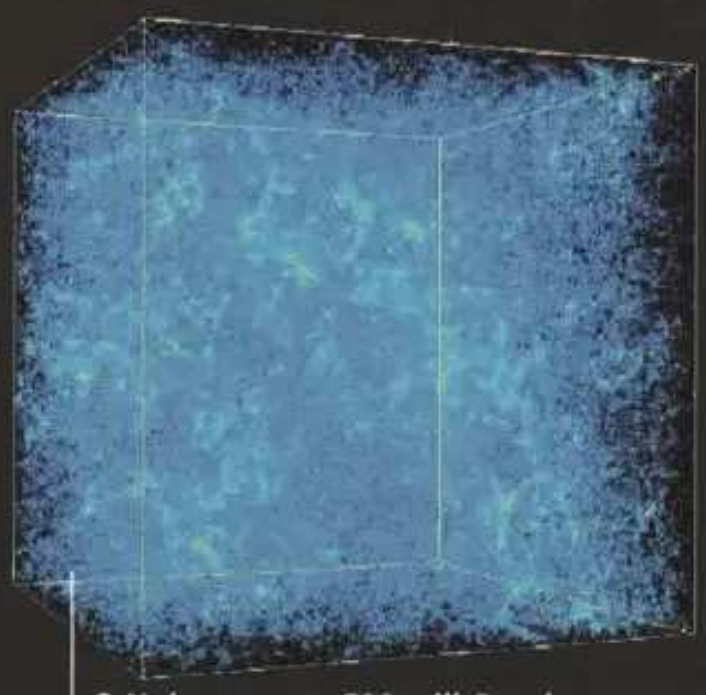
A radiação cósmica de fundo em micro-ondas revela inícios de estrutura no Universo 300 mil anos após o big-bang. Dois bilhões de anos mais tarde, as galáxias estavam em estado avançado de formação. Isso implica que a matéria se aglomerou rapidamente. A presença de estrutura no Universo primitivo é a melhor prova da inflação (ver p.48). A ideia é que, quando o Universo primitivo inflou para formar nosso cosmo observável, variações microscópicas em temperatura e densidade também se ampliaram e se tornaram as sementes dos aglomerados e superaglomerados de galáxias de hoje.

A PRIMEIRA LUZ

Antes de as galáxias começarem a se formar, os gases leves do big-bang devem ter sofrido certo processamento. Acredita-se que isso foi feito por uma geração de estrelas gigantes – os "megassóis". Diferentemente das estrelas de hoje, elas teriam sido puro hidrogênio e hélio. Isso lhes teria permitido crescer muito, chegando a uma massa centenas de vezes maior que a do Sol. À medida que ficaram sem combustível e detonaram em enormes explosões, espalharam elementos mais pesados por todo o Universo e deixaram buracos negros que podem ter sido os pontos de partida de galáxias.

A ESTRUTURA DO UNIVERSO

Se toda a matéria no Universo tivesse começado uniformemente distribuída e depois se aglomerado apenas por influência da gravidade, as galáxias teriam levado bilhões de anos para se formar. A estrutura de grande escala de filamentos e vazios por todo o Universo não teria se desenvolvido. Como não houve tempo desde o big-bang para que tivessem se formado pela gravidade, elas devem estar lá desde o início.



O Universo com 500 milhões de anos
Apenas meio bilhão de anos após o big-bang, a estrutura de grande escala de filamentos e vazios está presente. Sementes de aglomerados de galáxias formam-se nas regiões em que o material é mais denso.

FILAMENTOS E GALÁXIAS ATRAVÉS DO TEMPO
Explicar a origem da estrutura de grande escala do Universo, de filamentos e vazios, é um grande desafio para qualquer teoria da criação. Esta simulação de computador mostra como os filamentos podem ter se desenvolvido e formado aglomerados individuais de galáxias.

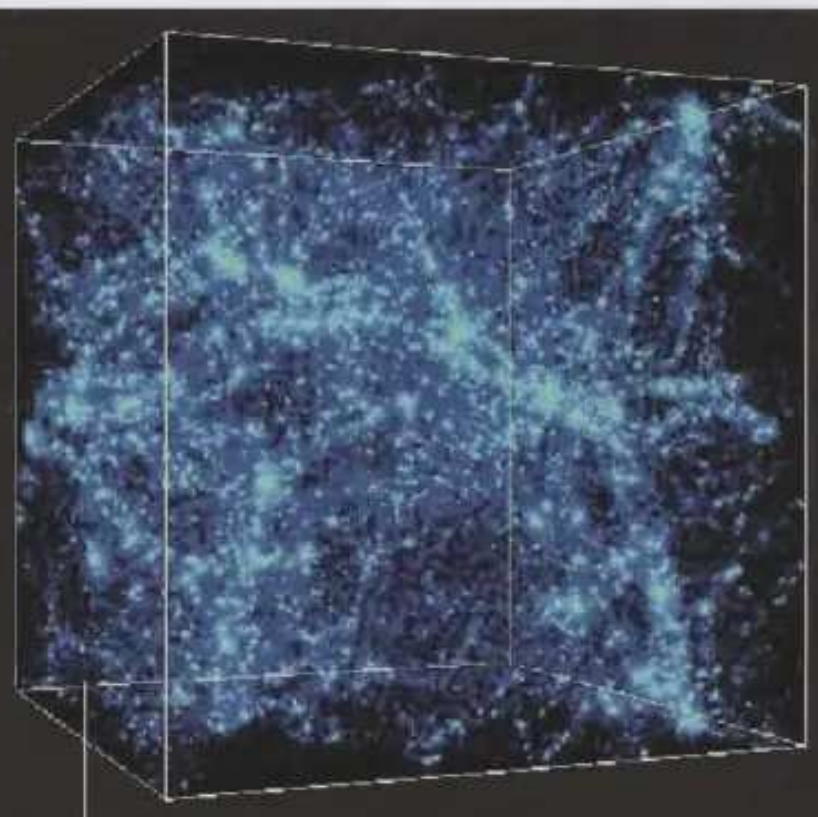
GALÁXIA PRIMITIVA TÍPICA
Um detalhe do Campo Ultra-profundo do Hubble mostra uma bolha imprecisa com um núcleo brilhante que parece sugar poeira e gás de seus arredores.

FORMAÇÃO DE PLANETAS

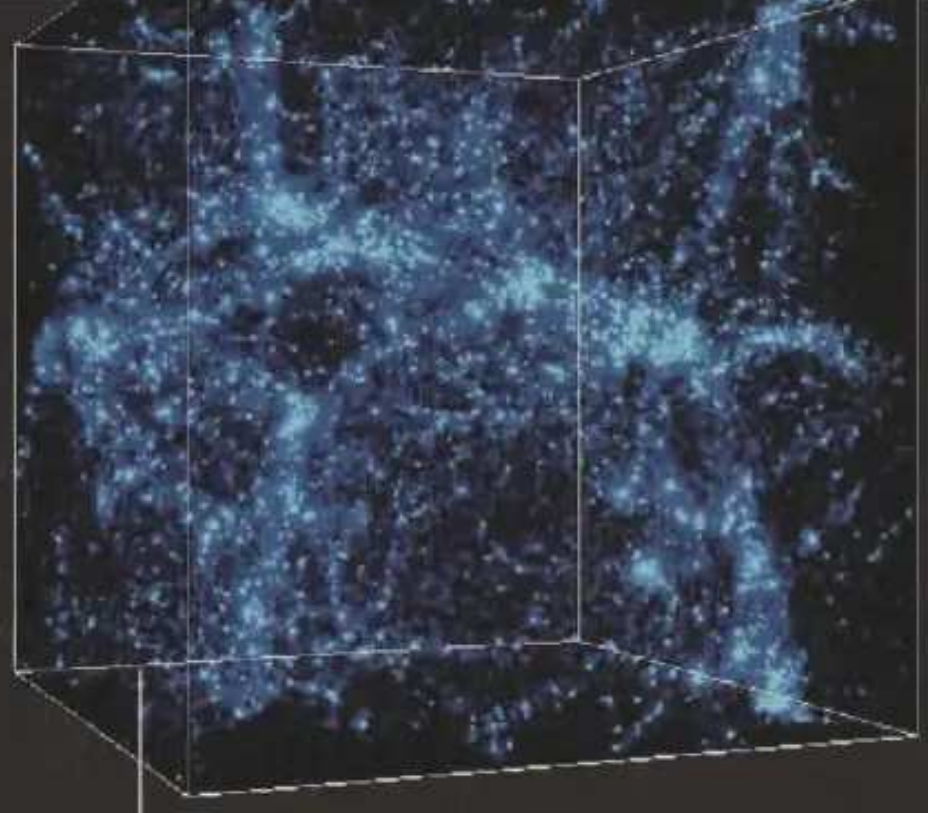
Planetas como a Terra são feitos de elementos pesados, criados e espalhados pelas galáxias por incontáveis supernovas. Isso torna improvável que a Terra tenha se formado com a primeira geração de estrelas. Mas a formação de estrelas deve ter gerado sobras de material, que podem ter formado planetas gigantescos de gás ou objetos pouco brilhantes, as "anãs marrons" (ver p.79).

PLANETAS POTENCIAIS
Cinco discos protoplanetários – objetos feitos de gás e poeira que circundam estrelas recém-nascidas – foram descobertos pelo telescópio espacial Hubble na nebulosa de Órion. Eles poderiam se tornar sistemas planetários como o nosso.

A MORTE DE UM MEGASSOL
Ainda não se observaram "hipernovas" que marcaram a morte de megassóis, mas modelos sugerem que foram assombrosamente violentas. Num cenário (à esquerda) o núcleo da estrela desintegra-se para formar um buraco negro que "come" o resto da estrela a partir de dentro. Em outro, a estrela se torna um vasto reator nuclear por instantes, gerando elementos pesados que a explosão espalha pelo Universo.



O Universo com 1,3 bilhão de anos
Galáxias individuais formam-se dentro dos filamentos abarrotados. Nessa época, fotografias do Universo primitivo mostram um excesso de galáxias "azuis", ricas em poeira e estrelas jovens.



O Universo com 13,7 bilhões de anos
As galáxias evoluíram e grande parte do material entre os aglomerados caiu nelas, mas o padrão geral do Universo de hoje assemelha-se ao de 10 bilhões de anos atrás.

O Universo em expansão

O Universo em expansão

A descoberta de que galáxias distantes se afastam de nós em grande velocidade revolucionou nossa compreensão do cosmo. As galáxias não se afastam umas das outras impelidas por alguma força, são carregadas pela expansão do próprio espaço.

O ESTICAMENTO DO ESPAÇO

A luz de galáxias distantes prova a expansão do Universo. Quando astrônomos decompõem essa luz num espectro de cores e procuram as linhas que revelam a presença de gases em atmosferas estelares (ver p.60), veem que elas estão no lugar errado – estão desviadas para ondas mais longas e parecem mais vermelhas que o esperado. A melhor explicação para esse "desvio para o vermelho" é que se trata de um "efeito Doppler" (ver abaixo), causado pelo movimento da galáxia-fonte para longe de nossa própria posição.

Diferentes galáxias mostram diferentes graus de desvio para o vermelho. Na década de 20, Edwin Hubble (ver p.25) comparou as distâncias das galáxias com os desvios para o vermelho em sua luz e descobriu uma relação: quanto mais distante está uma galáxia, maior é seu desvio para o vermelho, e portanto mais depressa ela se afasta de nós. Isso só se explica porque o Universo inteiro está em expansão – quanto mais longe está um objeto, mais efeito a expansão geral tem sobre ele e mais depressa ele é afastado de nós. Porém a expansão do Universo é um fenômeno de grande escala – em regiões menores do espaço pode ser modificada ou até superada pela atração gravitacional das galáxias.

A medida correta da taxa em que a velocidade do afastamento de uma galáxia cresce com o aumento da distância é chamada constante de Hubble. Se a taxa de expansão permanecer constante ao longo do tempo, isso pode determinar também a idade do Universo, já que a expansão pode ser retraçada até o big-bang. A melhor medição da constante de Hubble, até hoje, foi feita pelo telescópio espacial Hubble, nos anos 90, e atribui ao Universo 13,7 bilhões de anos.

DESVIOS PARA O VERMELHO E O AZUL
O efeito Doppler explica por que a luz de uma fonte distante é desviada para o vermelho se ela se afasta de nós, e para o azul se ela se aproxima. O movimento da fonte afeta a frequência em que as cristas e os vales de uma onda de luz chegam a nós, e assim afeta o comprimento de onda que medimos.

A EXPANSÃO DO ESPAÇO

Esta ilustração dá uma ideia de como uma região do espaço pode ter mudado ao longo de nove bilhões de anos. As galáxias individuais são como passas num bolo que cresce, afastadas pela expansão da massa entre elas. Nossa galáxia não fica estática no centro desse movimento; é carregada com ele. Só parecemos estar estáticos porque temos de medir o movimento relativo à nossa própria posição.

há 6 bilhões de anos o Universo era muito menor

galáxias muito próximas

gás e poeira livres ainda não absorvidos em galáxias

jovem galáxia difusa, ainda não condensada em espiral estreita

6 BILHÕES DE ANOS ATRÁS

aglomerado de galáxias, ligado por gravidade, não se expande

vazios entre aglomerados de galáxias aumentam gradualmente e ficam quase sem gás e poeira

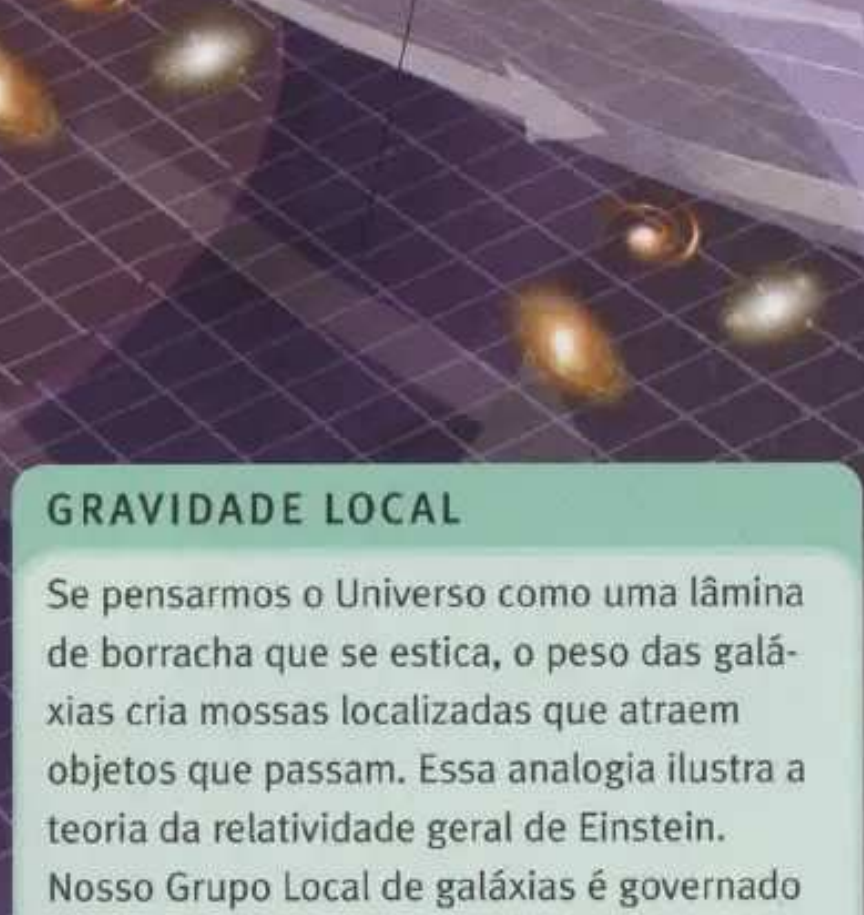
3 BILHÕES DE ANOS ATRÁS

MOMENTO ATUAL

3 BILHÕES DE ANOS NO FUTURO

HENRIETTA LEAVITT

Em 1912, a astrônoma americana Henrietta Leavitt (1868-1921) identificou estrelas variáveis cefeidas (ver p.72) mais ou menos à mesma distância na Grande Nuvem de Magalhães. Descobriu que seus períodos de variação se relacionavam com seu brilho. Graças a tal "relação período-luminosidade", pôde-se usar os períodos de cefeidas em outras galáxias para estimar suas distâncias.



GRAVIDADE LOCAL

Se pensarmos o Universo como uma lâmina de borracha que se estica, o peso das galáxias cria mossas localizadas que atraem objetos que passam. Essa analogia ilustra a teoria da relatividade geral de Einstein. Nosso Grupo Local de galáxias é governado pela gravidade da Via Láctea e de Andrômeda, que estão se aproximando e acabarão por se fundir.

O GRANDE ATRATOR

Esta enorme concentração de massa está a mais de 200 milhões de anos-luz de nós na direção de Centauro. Sua gravidade afeta nossa galáxia e outras por 400 milhões de anos-luz à sua volta.

O destino do Universo

Como o Universo vai envelhecer e morrer interessa muito aos cosmólogos de hoje. Provavelmente o Universo só começará a mudar de maneira significativa daqui a trilhões de anos, mas a pesquisa sobre seu destino final revela propriedades ocultas do cosmo atual.

A AVALIAÇÃO DAS OPÇÕES

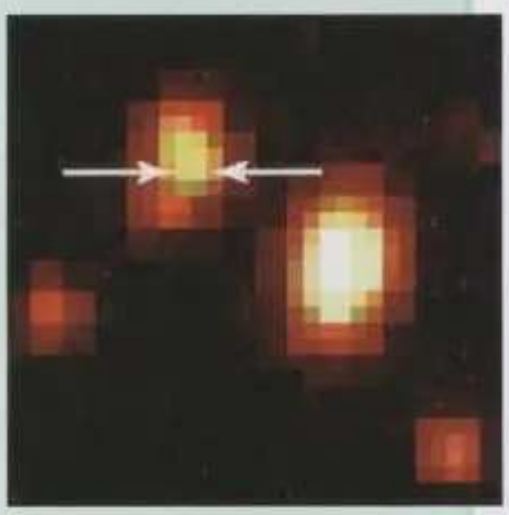
O destino do Universo é governado pelo equilíbrio entre duas forças: o empurrão da expansão e o puxão da gravidade. Hoje sabemos que o Universo ainda se expande com a energia que ganhou no big-bang e a taxa dessa expansão foi medida. Nesse ínterim, a intensidade da gravidade depende da quantidade de matéria no Universo, e sabe-se que grande parte dela é "matéria escura" não detectada. O melhor modelo prevê que a quantidade de matéria escura basta apenas para contrabalançar a expansão. Se estes fossem os únicos fatores envolvidos, a gravidade reduziria a expansão a quase nada, mas não a inverteria.

ENERGIA ESCURA

Nos últimos anos, porém, um novo fator surgiu. Usando um novo método para checar a taxa da expansão universal (ver quadro p.55), cosmólogos descobriram que as galáxias mais distantes estão mais afastadas do que estariam se a expansão estivesse se desacelerando desde o big-bang; isto é, algo está "estimulando" a expansão. Essa "energia escura" é vista como uma força que faz o próprio espaço se esticar. Medições aperfeiçoadas sugerem que essa força pode estar crescendo com o tempo, e só superou a desaceleração geral nos últimos seis bilhões de anos. Isso parece indicar que o Universo se expandirá para sempre, mas se sua intensidade estiver crescendo, poderá ter efeitos mais drásticos.

COSMOLOGIA DE SUPERNOVA

O Supernova Cosmology Project procura supernovas do Tipo Ia explodindo em galáxias remotas. Como essas supernovas, causadas por anãs brancas que se desintegram para formar estrelas de nêutrons (ver p.67), têm todas o mesmo brilho intrínseco, sua distância pode ser calculada por seu brilho aparente. Distâncias calculadas assim são sempre maiores que as teoricamente calculadas pelos desvios para o vermelho das galáxias que abrigam as supernovas, o que sugere a aceleração da expansão do Universo.



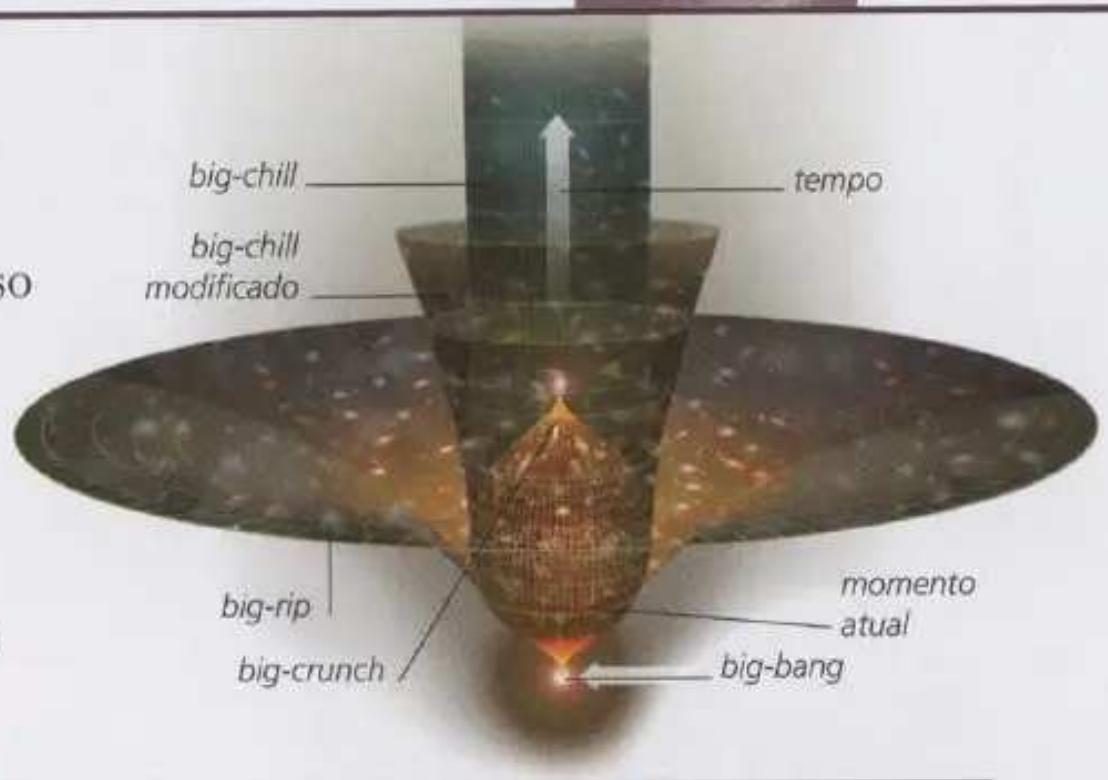
NOVA SUPERNOVA DESCOBERTA NUMA GALÁXIA DISTANTE

MORTE FRIA

No cenário do big-chill, todas as galáxias se fundirão para formar gigantes elípticas como NGC 1316 (à esquerda). A formação de estrelas cessará e as últimas estrelas se apagarão. Após trilhões de anos, até a matéria dentro delas se desintegrará.

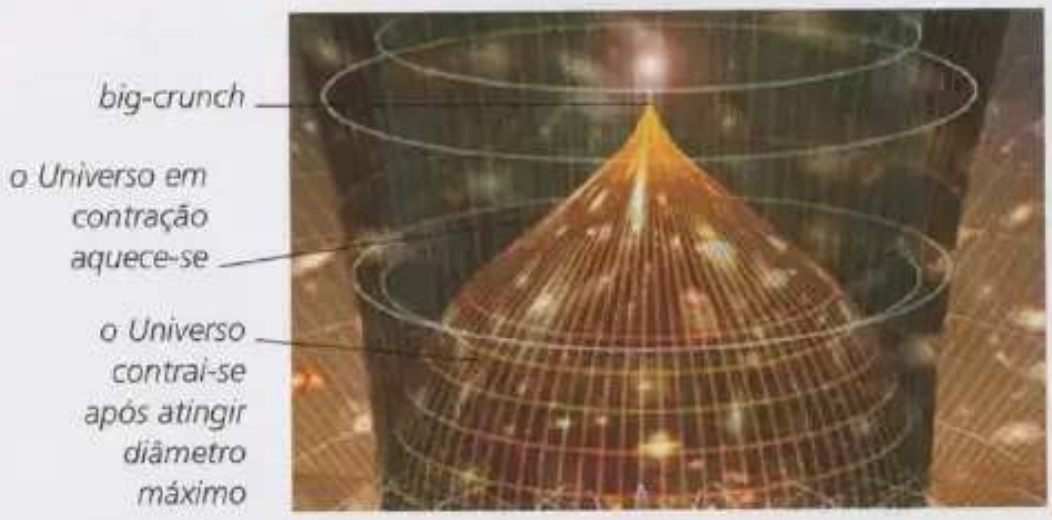
Destinos possíveis

Debates sobre o futuro do Universo costumavam se centrar em duas alternativas: o big-crunch e o big-chill. A descoberta da energia escura parece ter excluído a primeira, mas abriu duas novas possibilidades. Estes são os quatro cenários possíveis:



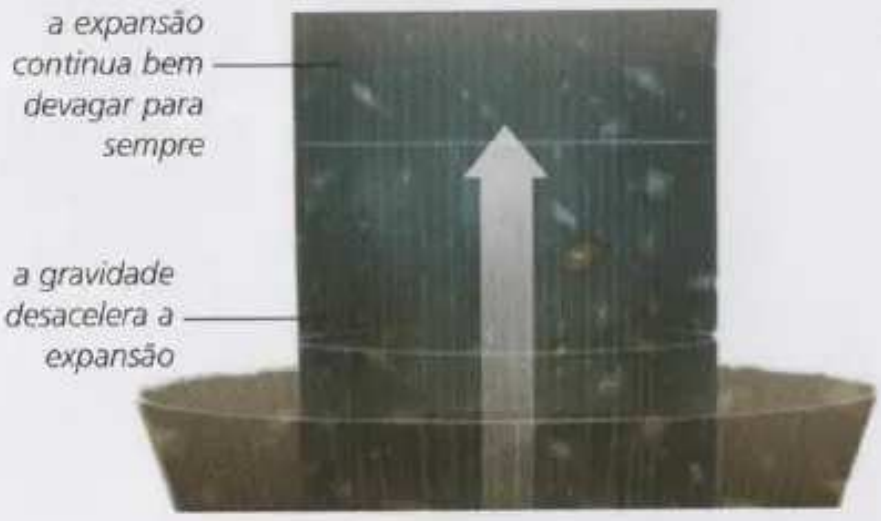
BIG-CRUNCH

A gravidade do Universo é mais forte que a força exercida pelo big-bang; assim a expansão reduz-se, para e se inverte. O Universo fica mais denso e mais quente e desintegra-se de volta numa singularidade. Poderia até gerar um novo Universo.



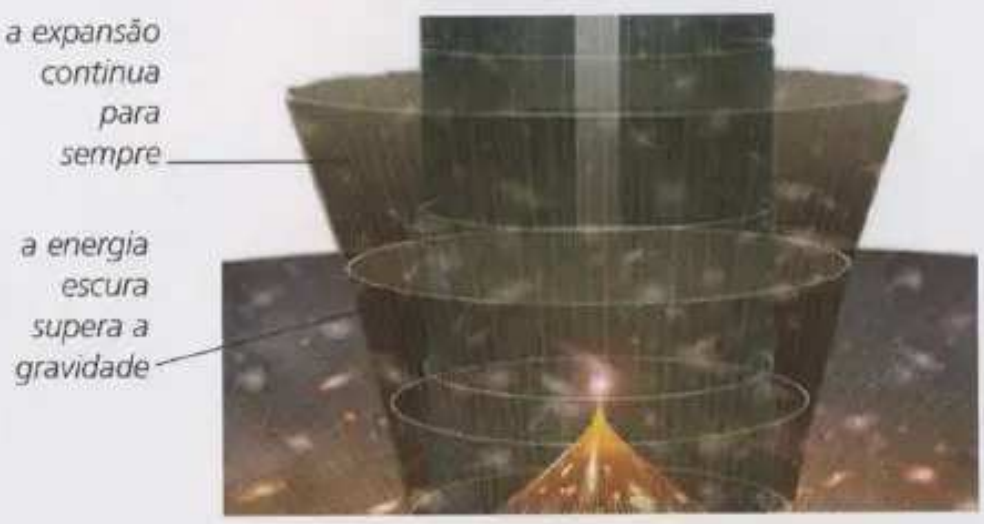
BIG-CHILL

A quantidade de matéria é pequena demais para desacelerar a expansão até sustá-la. O Universo continua a se expandir, mas cada vez mais devagar. Galáxias desintegram-se, estrelas ficam escuras e por fim átomos decaem em suas partículas componentes.



BIG-CHILL MODIFICADO

Se a força da energia escura do Universo não se alterar, a taxa de expansão crescerá constantemente, superando o puxão da gravidade e afastando mais as galáxias umas das outras. Mas o destino final do Universo seria ainda um big-chill.



BIG-RIP

Se o efeito de expansão da energia escura continuar a crescer, em bilhões de anos poderia superar não só a gravidade, mas também as forças entre os átomos e dentro deles. A matéria se desagregaria num big-rip cataclísmico e o pró-

num big-rip catacl
prio tempo terminaria.

aumenta a expansão com o tempo

Fenômenos

Embora sejam a característica mais óbvia do céu noturno, as estrelas foram durante milênios a mais misteriosa. Para o olho não treinado, o Universo visível parece não passar de uma dispersão desorganizada de estrelas, mas um exame mais detalhado revela que ele encerra enorme variedade de objetos. Afora os mundos próximos do Sistema Solar (tratados no próximo capítulo), há estrelas de muitos tipos, nebulosas formadas de diversas maneiras, aglomerados de estrelas e incontáveis galáxias.

AS ESTRELAS ESTÃO tão distantes que até os telescópios mais potentes as mostram como meros pontos de luz. Até recentemente, não havia como saber o que eram – alguns astrônomos supunham corretamente serem semelhantes ao Sol. Uma série de avanços nos sécs. XIX e XX permitiu a criação da ciência da astrofísica – o estudo das propriedades físicas das estrelas (ver p.22-3). Hoje os astrônomos são capazes de explicar quase todos os fenômenos que observam nas estrelas como aspectos de um único modelo de evolução estelar.

POEIRA DE ESTRELAS

As nebulosas são apenas nuvens de gás e poeira, mas podem ser criadas de várias maneiras. Nebulosas de emissão e reflexão compõem as estrelas – muitas vezes enriquecidas com os restos de gerações estelares anteriores. Elas se tornam visíveis quando a intensa radiação de estrelas embutidas nelas as fazem fulgurar, ou quando refletem a luz de estrelas próximas. Nebulosas escuras são densas nuvens de poeira que formam uma silhueta diante de nebulosas de reflexão ou material fulgurante lançado por estrelas durante eventos tardios em sua vida.

A GALÁXIA GIRINO
Esta distante galáxia espiral, a 420 milhões de anos-luz da Terra, talvez tenha adquirido sua notável cauda de estrelas, gás e poeira num choque com outra galáxia.

GALÁXIAS E AGLOMERADOS

A Via Láctea é feita de 200 bilhões de estrelas ou mais, do gás e das nuvens de poeira que lhes são associados e dos sistemas planetários que orbitam em torno de muitas delas. É visível a olho nu como uma faixa pálida que cruza o céu e pode ser resolvida em incontáveis pontos de luz por um instrumento óptico. Muitas estrelas encontram-se em aglomerados dentro da galáxia. Aglomerados "abertos", frouxos – o efeito da formação de estrelas –, situam-se no plano da galáxia, ao passo que aglomerados globulares, densos, orbitam acima e abaixo dela e têm origens mais antigas. Nossa galáxia é apenas uma entre pelo menos 200 bilhões. Muitas são espirais, como a Via Láctea, mas há outros tipos, igualmente numerosos. As elípticas são bolas de estrelas antigas e por vezes enormes, as irregulares são viveiros caóticos em que nascem estrelas em grande escala. Em sua maioria as galáxias são

nuvens de estrelas. Nebulosas planetárias e remanescentes de supernovas são o mate-

NEBULOSA OLHO DE GATO
A simetria complexa desta bela nebulosa planetária foi criada por uma sucessão de bolhas de poeira e gás ejetadas de sua estrela central.

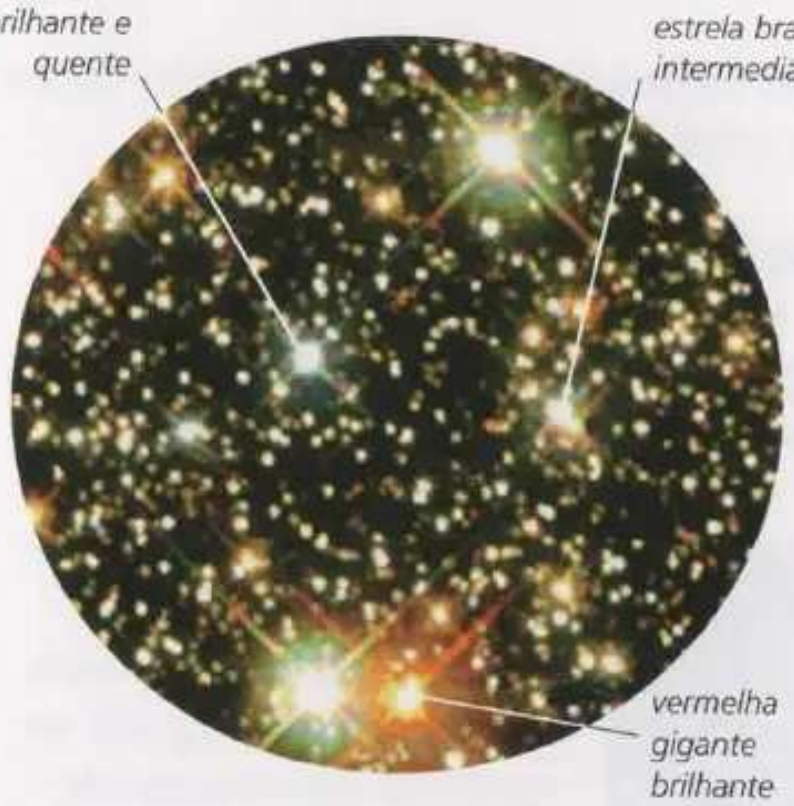
anãs, pálidas demais para serem vistas, a menos que estejam em nossa vizinhança cósmica. Todas essas galáxias são encontradas em aglomerados, mas só recentemente os astrônomos começaram a perceber a relação entre os diferentes tipos.

A classificação das estrelas

Mesmo o olhar mais casual para o céu noturno revela que as estrelas têm diferentes brilhos e cores e se distribuem desigualmente no céu. Esses são apenas os sinais mais óbvios de diferenças fundamentais entre diferentes tipos de estrelas.

A COLETA DE DADOS

As estrelas estão inimaginavelmente longe da Terra – só o Sol está próximo o bastante para ser estudado em detalhe. Mesmo com os maiores telescópios, aparecem como meros pontos de luz. Para descobrir sua natureza, os astrônomos usam uma variedade de modelos científicos construídos a partir de trabalho de laboratório e estudos do Sol.



CAMPOS ESTELARES COLORIDOS
Os belos campos estelares visíveis na constelação de Sagitário, perto do centro da Via Láctea, revelam quase todos os tipos de estrelas, de fracas anãs a brilhantes gigantes, e de quentes estrelas azuis a frias estrelas vermelhas.

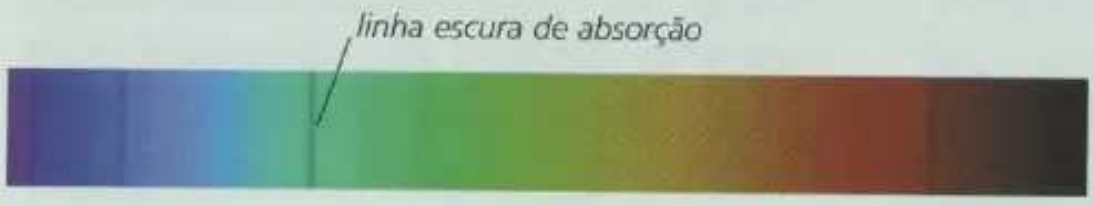
COR E O DIAGRAMA H-R

A cor de uma estrela depende da temperatura de sua superfície. Assim como uma barra de ferro aquecida num forno fica primeiro vermelha, depois amarela, branca, a quantidade de energia que aquece cada região da superfície de uma estrela controla sua cor. Mas o tamanho das estrelas pode variar, e se uma estrela cresce em certa fase de seu ciclo de vida, sua área de superfície aumenta, e a quantidade de energia que aquece cada região da superfície cai. Assim uma estrela pode ficar maior e mais fria ao mesmo tempo. Marcando as relações entre luminosidade e cor (ou seja, tipo espectral) no chamado diagrama Hertzsprung-Russell, os astrônomos descobriram regras que permitem estimar o verdadeiro brilho de uma estrela.

OS USOS DA ESPECTROSCOPIA

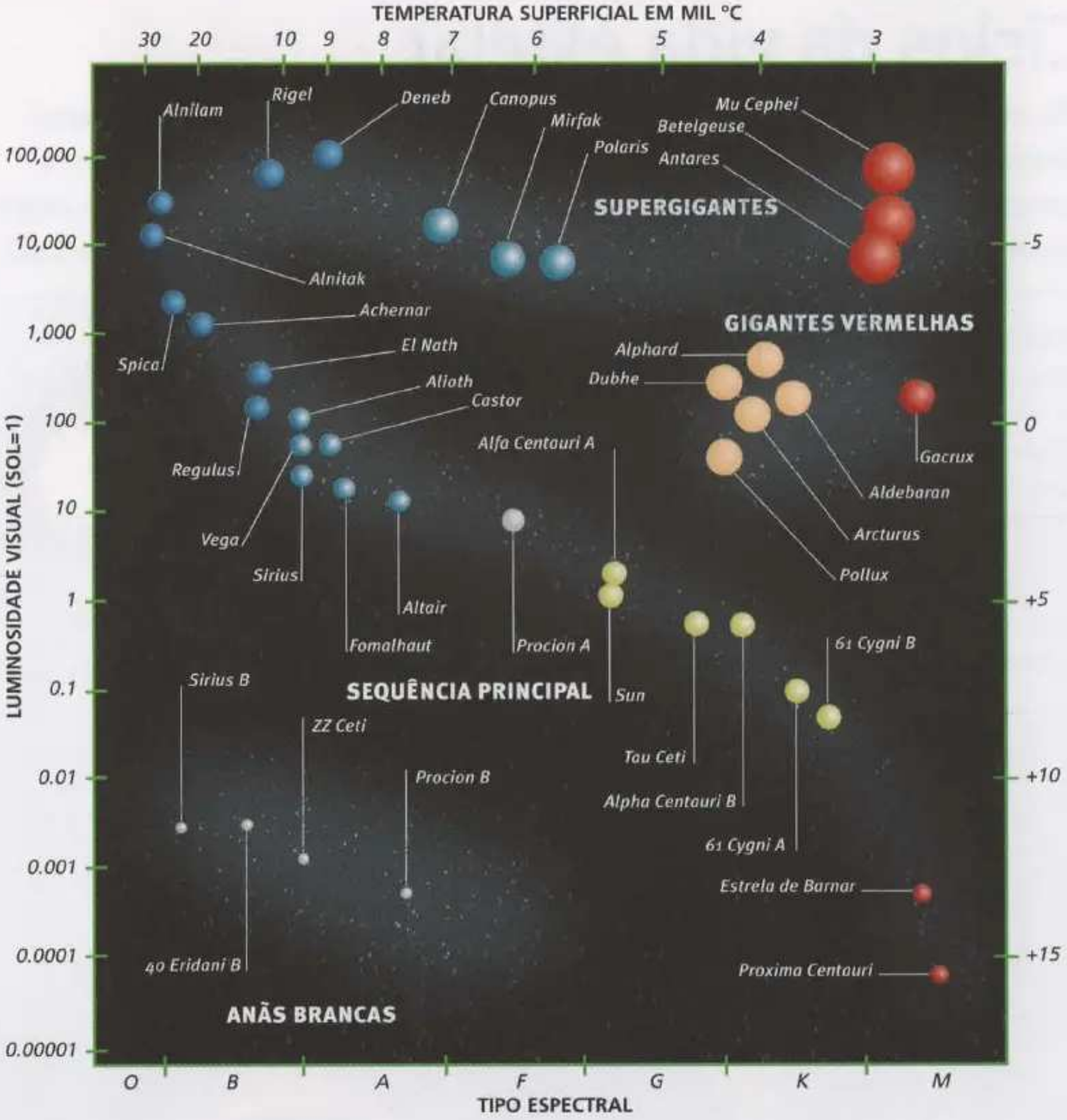
Os astrônomos usam um prisma ou um espectroscópio para decompor a luz das estrelas e estudar a intensidade dos diferentes comprimentos de onda. Um espectro pode revelar o comprimento de onda em que uma estrela é mais brilhante, permitindo calcular sua temperatura de superfície. A maioria dos espectros é cruzada por várias linhas escuras, onde a luz de certos comprimentos de onda é absorvida entre nós e a estrela. Essas "linhas de absorção" são causadas por átomos de diferentes elementos na atmosfera da própria estrela, que absorvem radiação com certas energias

Como cada elemento absorve ou emite comprimentos de onda específicos, é possível estudar a composição de estrelas, planetas e nebulosas.



ESPECTRO

ANNIE JUMP CANNON
Trabalhando no observatório do Harvard College desde os anos 1890, Cannon catalogou milhares de espectros estelares e ajudou a provar a relação entre as cores das estrelas e os elementos em suas atmosferas.



DISTÂNCIA E LUMINOSIDADE

O brilho das estrelas que vemos depende de suas verdadeiras luminosidades e das distâncias a que estão da Terra. O brilho de uma estrela no céu é denominado magnitude aparente, e seu brilho verdadeiro ou magnitude absoluta é definido como sua magnitude a uma distância de 32,6 anos-luz. O único meio direto de medir a distância de uma estrela usa o efeito de paralaxe causado pela órbita da Terra em torno do Sol a cada ano, mas

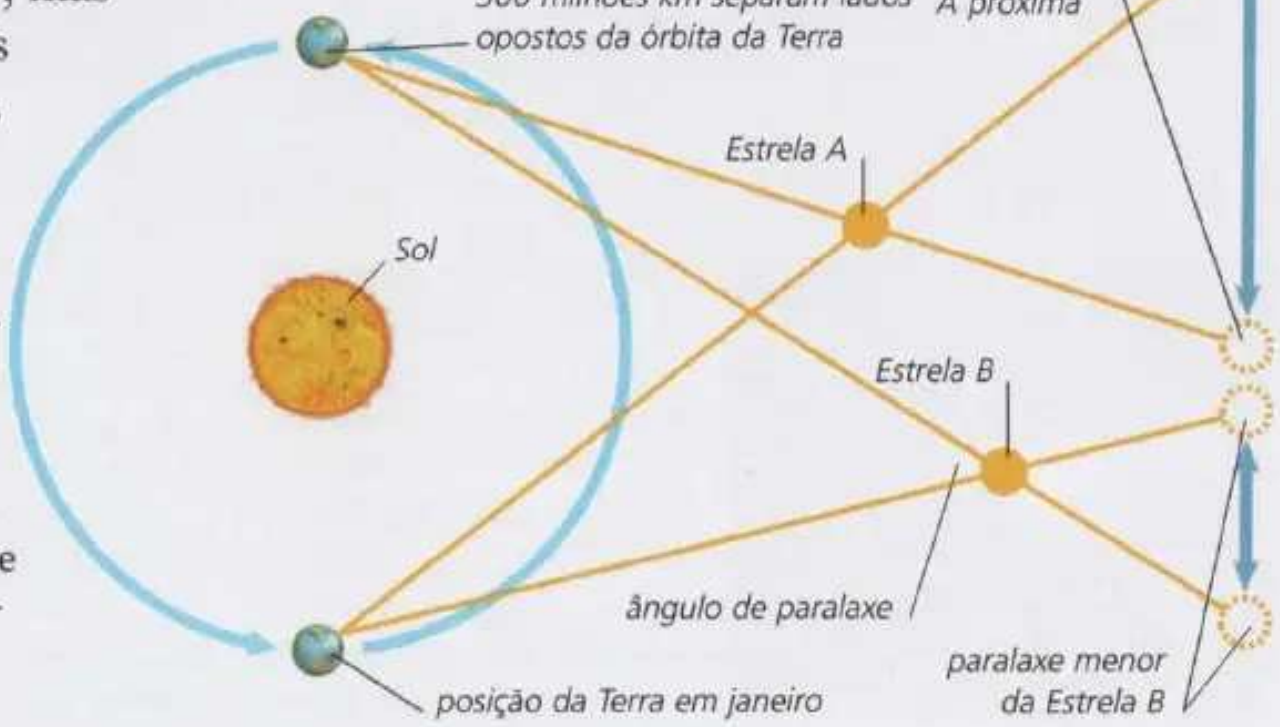
DIAGRAMA HERTZSPRUNG-RUSSELL

Quando estrelas são marcadas num diagrama H-R segundo seu brilho e tipo espectral, padrões se evidenciam. A maior parte delas situa-se numa diagonal entre vermelho fraco e azul brilhante – a "sequência principal". Um número menor de estrelas vermelhas (as gigantes vermelhas) é muito mais brilhante, enquanto algumas estrelas (as anãs brancas) são fracas, mas ainda brancas.

só funciona para estrelas relativamente próximas.

O EFEITO PARALAXE

A medição direta da distância das estrelas baseia-se na paralaxe – o movimento de objetos próximos contra um pano de fundo mais distante à medida que o ponto de vista do observador muda. Quanto mais longe estiver um objeto, menos parecerá se mover contra o "pano de fundo" das estrelas.



Ciclos da vida estelar

Há uma enorme variedade de estrelas, mas quase todas podem ser vistas como estágios num modelo-padrão de evolução estelar. Nesse modelo, a massa de uma estrela governa as reações nucleares em seu núcleo, que determina suas outras propriedades físicas, seu tempo de vida e seu destino final.

O NASCIMENTO DE UMA ESTRELA

Novas estrelas são criadas pelo colapso de vastas nuvens de gás e poeira dentro de galáxias. Esses colapsos – frequentes – podem ser provocados pela gravidade de estrelas próximas, as ondas de choque de uma explosão de supernova ou a mera rotação lenta e regular de uma galáxia espiral. Dependendo do tamanho da nuvem e de outros fatores, estrelas podem

ESTÁGIOS DA VIDA ESTELAR

É provável que as estrelas que se formam hoje contenham material de gerações anteriores de estrelas, enriquecidos com elementos mais pesados. As estrelas de maior massa formam os elementos mais pesados e explodem em supernovas, espalhando-os pela galáxia.

CICLO DE VIDA

Esta sequência mostra os estágios iniciais da evolução estelar. A maioria das protoestrelas com mais do que cerca de 10% da massa do Sol chegará à sequência principal, mas um número significativo com menos massa terminará como fracas anãs marrons.

Protoestrelas
Nuvens protoestelares em colapso formam casulos – grupos de gás e poeira em que estrelas se desenvolvem. Um casulo pode se separar em discos escuros, os glóbulos de Bok ou proplídeos.

Pressão e aumento de temperatura
Quando uma protoestrela se colapsa sob a gravidade, material próximo do centro achata-se num disco e fica mais quente. A radiação dispersa material de cima e de baixo do disco.

NEBULOSA DE EMISSÃO
Estrelas recém-formadas muitas vezes emitem intensa radiação ultravioleta. Esta pode ser absorvida por gases circundantes, depois emitida em comprimentos de onda visíveis, criando uma nebulosa de emissão, como a Trífida.

protoestrela com massa insuficiente para reações nucleares no centro

gravidade faz a estrela se contrair

estrela se contrai para formar anã marrom

nascer em grandes aglomerados ou em grupos menores, mais frouxos. À medida que a nuvem se desintegra, ela se adensa e se aquece. Qualquer movimento aleatório na nuvem inicial cresce até que ela se torna um disco achatado e giratório. Cada vez mais material é sugado pela gravidade da parte central da nuvem, chamada protoestrela, que se aquece até começar a brilhar. Seu núcleo torna-se mais denso e mais quente, até atingir o ponto em que reações nucleares podem começar, tornando-se realmente uma estrela.

ESTRELAS ADOLESCENTES

As estrelas jovens continuam cercadas por uma grande nuvem de gás e poeira. Parte desta espirala e agrega-se na própria estrela, mas com frequência outro tanto é ejetado. Muitas estrelas jovens desenvolvem um campo magnético que captura material e o lança em jatos a partir dos polos. A pressão da radiação também pode bastar para dispersar elementos mais pesados como o hidrogênio. Nesse interim, a própria estrela continua a se desintegrar, e pode passar por um período de pulsação e instabilidade, chamado "T Tauri", antes de se estabelecer como uma estrela da sequência principal.

NEBULOSAS FORMADORAS DE ESTRELAS

Como a formação de estrelas está associada aos braços em espiral da Via Láctea, não surpreende que as mais belas nebulosas formadoras de estrelas estejam espalhadas ao longo dela. Algumas das mais notáveis estão listadas abaixo.

NOME	CONSTELAÇÃO
Nebulosa da Águia (M16)	Serpente
Nebulosa da Lagoa (M8)	Sagitário
Nebulosa de Órion (M42)	Órion
Nebulosa da Tarântula (NGC 2070)	Dourado
Nebulosa Trífida (M20)	Sagitário
Nebulosa de Ômega (M17)	Sagitário

fortes ventos estelares de partículas carregadas

adolescência estelar
Quando a estrela se aproxima da sequência principal, o material do disco continua a espiralar para dentro. O campo magnético cada vez mais forte da protoestrela pode capturar parte desse material e ejetá-lo nos polos.

sequência principal
A estrela tem brilho constante na maior parte de sua vida. Seu brilho e idade são determinados por reações nucleares no interior, governadas por sua composição e massa.

OBJETO HERBIG-HARO

Algumas estrelas jovens, como a Gama Cassiopeiae mostrada aqui, ainda estão envoltas em nebulosidade quando passam pela fase do "jato bipolar", expelindo excesso de material. Quando colide com as nuvens de gás circundantes, esse material as faz fulgurar, criando um tipo de nebulosa de emissão chamada objeto Herbig-Haro.

A MORTE DAS ESTRELAS

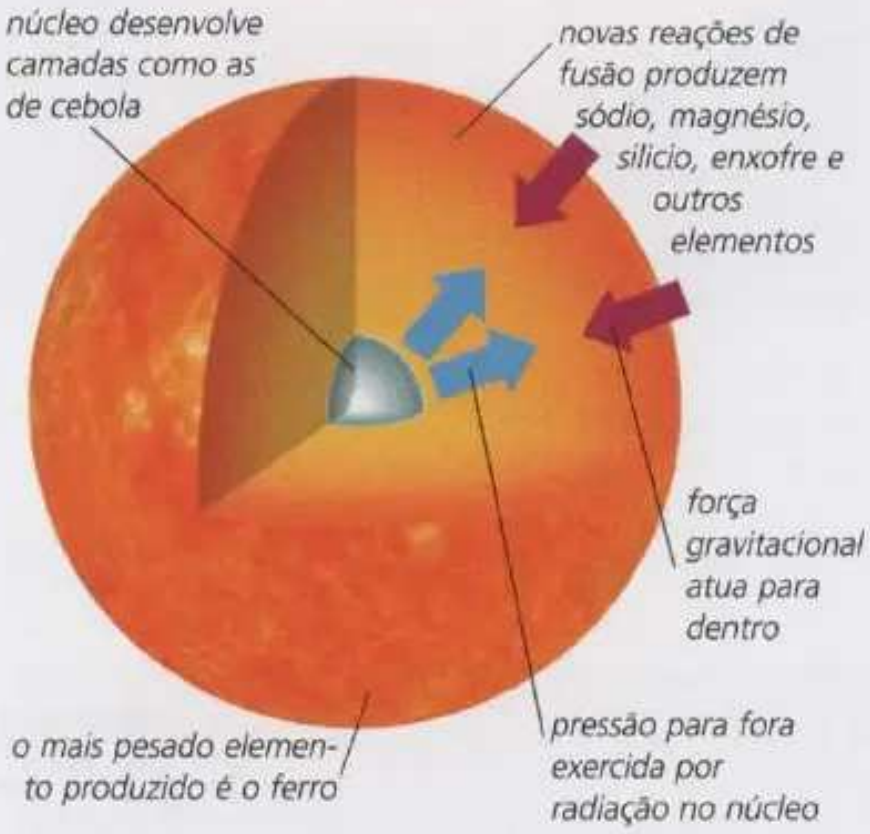
Estrelas da sequência principal geram energia por fusão nuclear de hidrogênio em seus núcleos. Quando a provisão se esgota, elas encontram uma nova fonte de energia – queimam o hélio que geraram por toda a vida e talvez outros elementos mais pesados. Essas mudanças na provisão de energia da estrela a tornam instável, fazendo-a inchar até um tamanho gigantesco. A morte final da estrela é determinada, como muitos aspectos de sua evolução, por sua massa.

A EVOLUÇÃO DAS ESTRELAS

As estrelas de maior massa podem explodir em supernovas, deixando uma estrela de nêutrons ou um buraco negro. Estrelas como o Sol tornam-se gigantes vermelhas, antes de colapsarem em anãs brancas. Já as estrelas de menor massa apenas se contraem.

ESTRELAS GIGANTES

Quando uma estrela exauriu o hidrogênio em seu núcleo, o processo de queima de hidrogênio se desloca para uma casca esférica. A estrela se torna muito mais brilhante, mas a radiação vinda de dentro faz suas camadas externas inflarem e esfriarem. Estrelas como o Sol tornam-se gigantes vermelhas, mas as de maior massa e luminosas podem se tornar supergigantes de qualquer cor. Dentro da gigante, o próprio núcleo se desintegra, até ficar quente e denso o bas-



ESTRELA SUPERGIGANTE VERMELHA
Gases em qualquer "camada" ficam presos entre duas forças iguais e opostas – a gravidade e a pressão da radiação. De acordo com a variação da intensidade da radiação, a estrela pode se expandir e se contrair.

tante para queimar hélio. A estrela então se estabiliza, e contrai-se a um tamanho mais normal enquanto o hélio durar.

GIGANTES E SUPERGIGANTES

Muitas das estrelas mais brilhantes do céu são gigantes – sua grande luminosidade as torna brilhantes a distâncias muito maiores que estrelas comuns. Além de gigantes vermelhas, a lista inclui supergigantes de massa ainda maior.

NOME	MAGNITUDE	TIPO	CONSTELAÇÃO
Arturus	0,0	gigante vermelha	Boieiro
Betelgeuse	0,5	gigante vermelha	Órion
Aldebaran	0,9	gigante vermelha	Touro
Antares	1,0	supergigante vermelha	Escorpião
Pollux	1,2	gigante amarela	Gêmeos
Eta Carinae	5,5	supergigante azul	Quilha

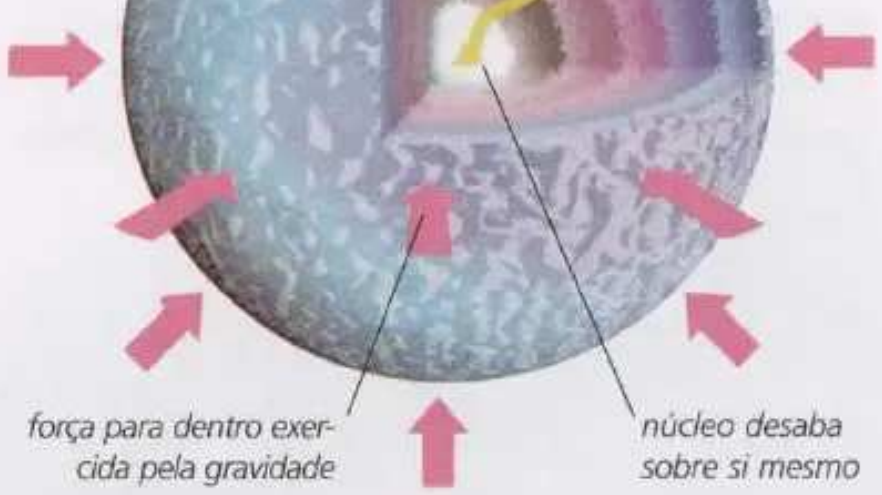
NEBULOSA PLANETÁRIA
O hélio é o elemento mais pesado que uma estrela como o Sol pode queimar, e sua exaustão marca a agonia da estrela. À medida que as cascas em combustão de hidrogênio – e hélio – se deslocam para fora, a instabilidade aumenta, as camadas externas se dissipam e criam os envoltórios fulgurantes de uma nebulosa planetária – assim chamada por sua semelhança com discos fantasmagóricos em forma de planeta. Embora tipicamente esféricas, são facilmente distorcidas por campos magnéticos ou por estrelas companheiras para gerar formas mais complexas e belas.

NEBULOSA DA HÉLICE
O aspecto de anel desta nebulosa planetária esférica é criado quando olhamos através das partes mais espessas de seus envoltórios gasosos.

NEBULOSA DO ESQUIMÓ
Uma das mais espetaculares planetárias, a Esquimó mostra múltiplos envoltórios de matéria ejetada, inclusive rastros externos como os dos cometas. Sua aparência deve-se provavelmente à interação da gigante vermelha moribunda com uma companheira invisível.

SUPERNOVAS
Para uma estrela com oito vezes a massa do Sol, a queima de hélio não é o fim. A fusão de elementos cada vez mais pesados pode continuar em seu núcleo. Ele desenvolve uma estrutura em camadas como uma cebola. Contudo, a estrutura atômi-

ca dos diferentes elementos significa que cada nova camada queima por um tempo mais curto e produz menos energia. Por fim, a sequência chega ao ferro, o primeiro elemento cuja fusão absorve mais energia do que libera. Quando a estrela tenta fundir o ferro, sua fonte central de energia é sustada, e, sem pressão externa para sustentá-lo, o núcleo em camadas desaba sob a própria gravidade. O ricochete da onda de choque despedaça a estrela e por um breve tempo permite que a fusão forme elementos mais pesados.



SUPERNOVA
Depois que a força externa da radiação vinda do núcleo cessa quando a estrela tenta queimar ferro, o núcleo desintegra-se, emitindo uma rajada característica de neutrinos antes que a estrela se despedace.

ANTES

DURANTE

MAIS BRILHANTE QUE UMA GALÁXIA
A mais brilhante supernova recente foi SN1987A, na galáxia companheira da Via Láctea, a Grande Nuvem de Magalhães. Por algumas semanas, brilhou mais que toda a sua galáxia, como se vê claramente nestas duas fotos da mesma área. Sua estrela-mãe foi identificada depois: uma supergigante azul de 18 massas solares.

ANÃS BRANCAS

Depois que uma estrela como o Sol desprendeu suas camadas externas como uma nebulosa planetária, só resta a região do núcleo. Em geral, este é uma bola de matéria densa, quente, com cerca do tamanho da Terra e brilho intenso. Essa anã branca tem temperaturas de superfície de 100 mil °C, mas, dado seu tamanho, é muito difícil avistá-la. Algumas têm atmosferas de carbono, oxigênio e outros elementos criados em sua fase de queima de hélio.

A maioria está destinada a desaparecer em milhões de anos, tornando-se anãs negras. Mas anãs brancas em sistemas binários próximos têm por vezes gravidade suficiente para atrair material de suas estrelas companheiras. Em consequência, a anã branca pode se tornar uma variável cataclísmica (ver p.73).

ANÃS BRANCAS

As anãs brancas têm luminosidade tão fraca que poucas podem ser vistas por astrônomos amadores. Ademais, duas das mais brilhantes (Sirius B e Procion B) são companheiras de estrelas muito brilhantes. A mais facilmente visível é Omicron² Eridani.

NOME	MAGNITUDE	CONSTELAÇÃO
Sirius B	8,4	Cão Maior
Procion B	10,7	Cão Menor
Omicron² Eridani	9,5	Eridano
Estrela de Van Maanen	12,4	Peixes
NGC 2440	11,0	Popa
IP Pegasi	14,0	Pégaso

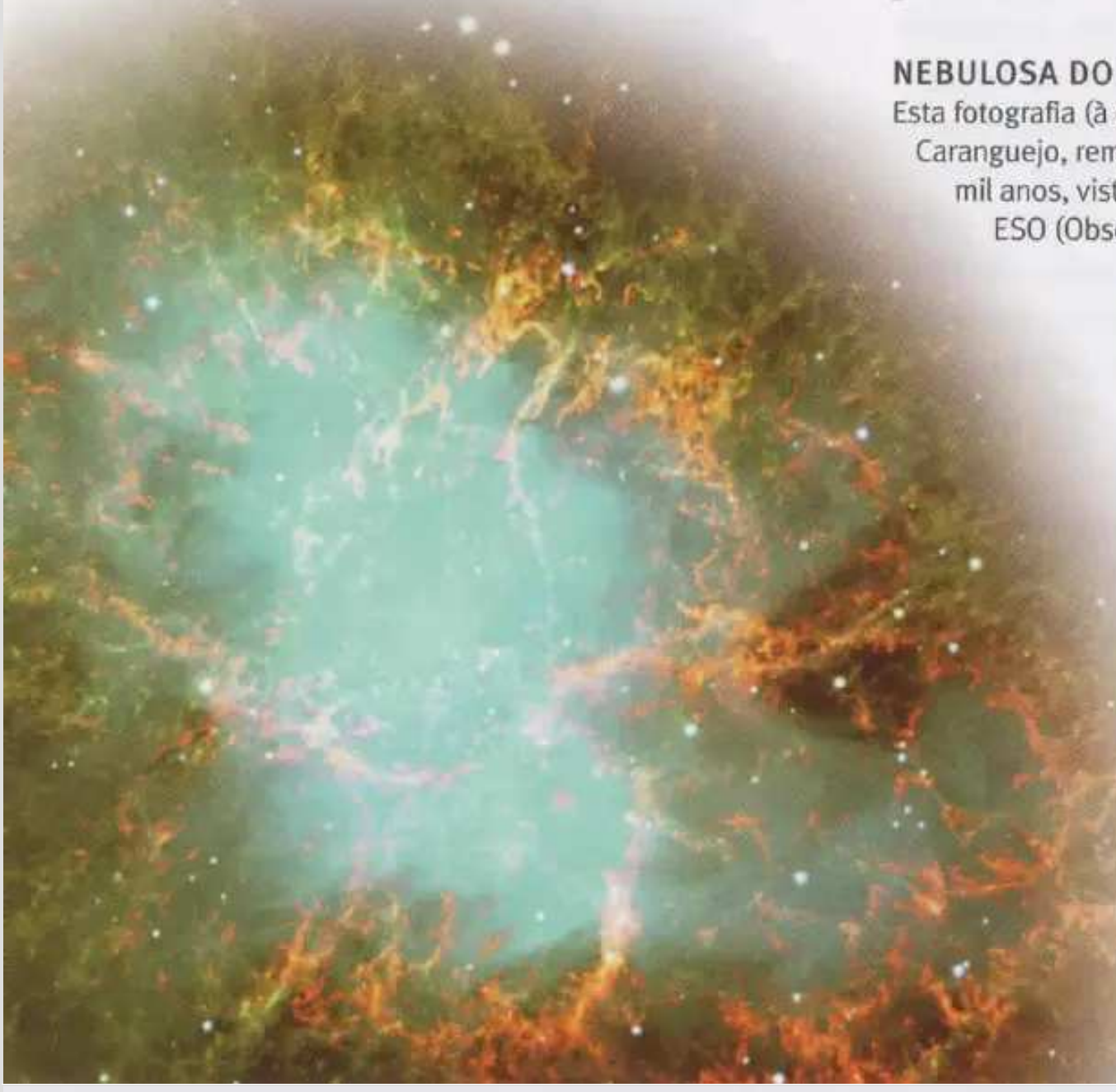
ESTRELA DO CÃO
A primeira anã branca detectada foi Sirius B (circulada aqui), companheira da mais brilhante estrela no céu. Foi possível detectá-la por causa da oscilação que provoca na órbita de Sirius A.

REMANESCENTE DE SUPERNOVA

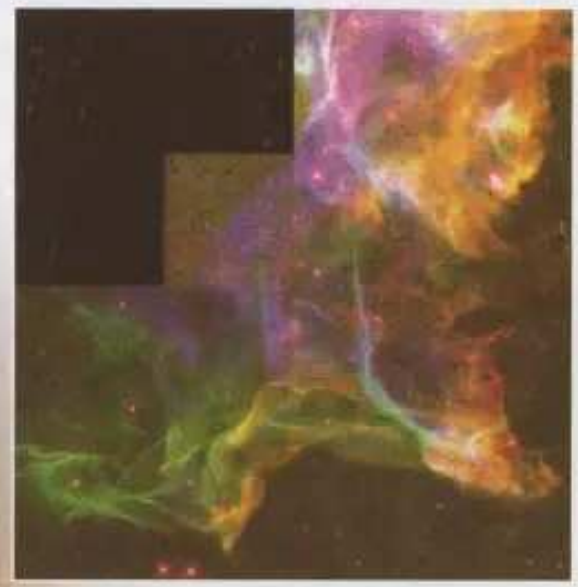
Quando uma estrela se torna supernova, a maior parte do seu material é fragmentada e explodida pelo espaço circundante e nativos americanos em 1054 d.C. Por ser composto de gases muito quentes, o remanescente de supernova muitas vezes emite a maior parte de sua radiação como

formando um fantasma fulgurante da antiga estrela. O mais famoso remanescente de supernova é a nebulosa do Caranguejo, criada por uma explosão estelar registrada por astrônomos chineses

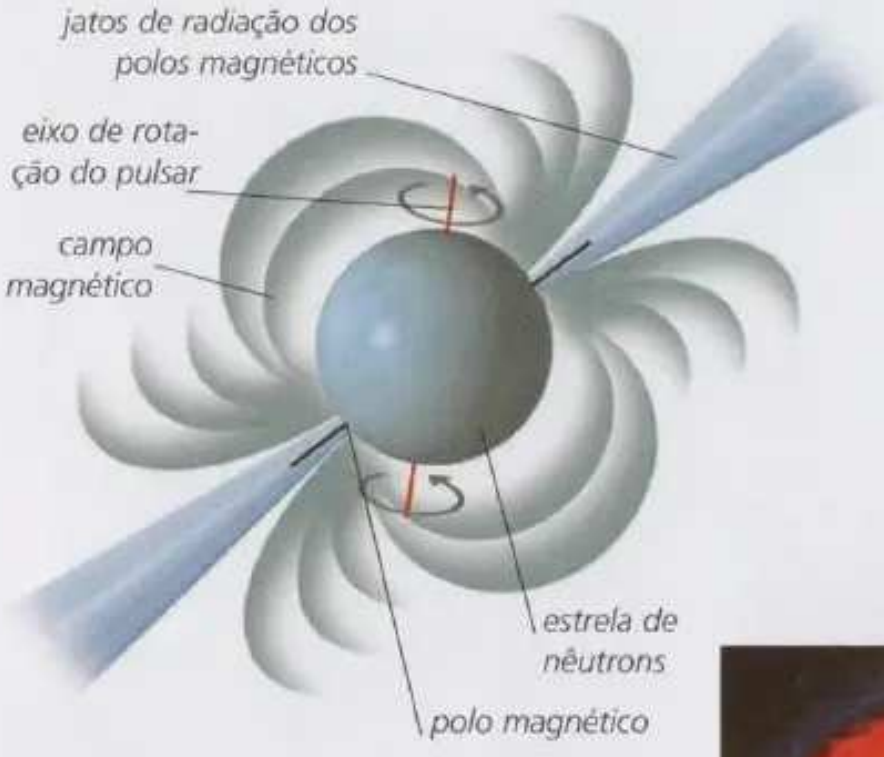
emite a maior parte de sua radiação como raios X. Ao se espalhar pelo espaço, o gás quente carrega elementos pesados da supernova. Estes podem colidir com outras nuvens interestelares de gás, e até provocar uma nova geração de estrelas.



NEBULOSA DO CARANGUEJO
Esta fotografia (à esquerda) mostra a nebulosa do Caranguejo, remanescentes de uma supernova de mil anos, vista através do Very Large Telescope do ESO (Observatório Europeu Austral), no Chile.



NEBULOSA DO VÉU, EM CISNE
O telescópio espacial Hubble captou esta assombrosa imagem da nebulosa do Véu, remanescente de uma supernova de cinco mil anos.



A ORIGEM DE UM PULSAR
Se os polos magnéticos e rotacionais de uma estrela de nêutrons não estão alinhados, seus feixes de radiação giram, de modo que a estrela acende e apaga como um farol.

ESTRELAS DE NÊUTRONS

Uma supernova deixa um núcleo de grande massa, cuja gravidade é tão forte que destrói os átomos individuais da estrela. Prótons e elétrons de carga oposta se combinam, deixando uma bola de nêutrons que gira rápido e cessa de se desintegrar quando tem o tamanho de uma cidade. O campo magnético da estrela de nêutrons torna-se muito forte, canalizando sua radiação para dois feixes que emergem dos polos magnéticos da estrela.

PULSAR GEMINGA
Uma das fontes mais intensas de raios gama no céu, Geminga emite quase toda a sua radiação nesses comprimentos de onda de alta energia.

BURACOS NEGROS

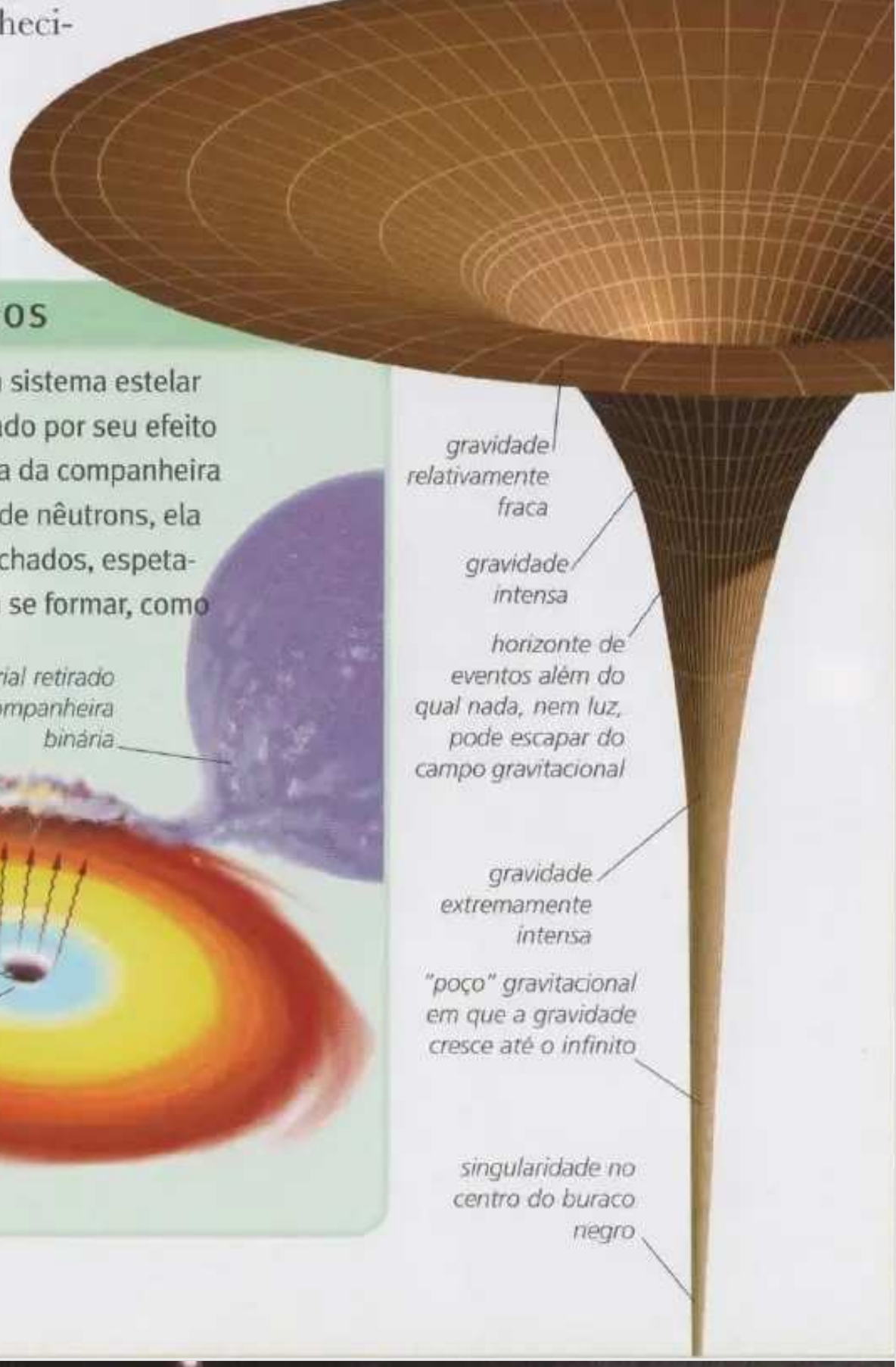
Quando o núcleo de uma estrela é realmente pesado, seu colapso não para numa estrela de nêutrons. Estes, por sua vez, se partem nos quarks que compõem o núcleo, tornando-o tão denso que sua gravidade não deixa nem a luz escapar. Isolados do Universo, os buracos negros estão

A GRAVIDADE DE UM BURACO NEGRO
Um buraco negro forma um tipo de "funil gravitacional" no espaço. Tudo que penetra o "horizonte de eventos" – onde a velocidade de escape do buraco excede a velocidade da luz – está fadado a nunca retornar.

entre os mais estranhos objetos conhecidos pela ciência. Sua gravidade afeta o espaço à sua volta, mas é extremamente difícil detectá-los.

À PROCURA DE BURACOS NEGROS

É mais fácil detectar um buraco negro num sistema estelar binário. Em alguns casos, pode ser detectado por seu efeito gravitacional na estrela visível – se a massa da companheira exceder o limite máximo para uma estrela de nêutrons, ela deve ser um buraco negro. Em sistemas fechados, espetaculares binárias de raios X podem também se formar, como é mostrado aqui.



FLASH ESTELAR
Esta imagem do telescópio espacial Hubble mostra um halo de poeira em volta da estrela no centro da foto, V838 Monocerotis. A poeira foi iluminada por um *flash* de luz emitido durante uma explosão na estrela que a tornou cerca de 60 mil vezes mais luminosa que o Sol.

Estrelas múltiplas e aglomerados

Estrelas isoladas como o Sol são minoria em nossa galáxia – a maioria está em sistemas binários ou múltiplos. Quase todas as estrelas nascem em aglomerados substanciais – alguns deles se mantêm coesos, outros se dispersam.

ESTRELAS MÚLTIPLAS

Sistemas estelares binários e múltiplos surgem quando uma nuvem protoestelar em colapso se divide em dois ou mais pedaços ainda ligados entre si por gravidade. Binárias simples são as mais comuns, mas há também grupos maiores. Como a nuvem protoestelar

CAIXA DE JOIAS ESTELAR
O aglomerado Caixa de Joias (NGC 4755), no Cruzeiro do Sul, é um dos mais jovens aglomerados abertos conhecidos. Embora só tenha sete milhões de anos, é dominado por estrelas azuis quentes do tipo B, com uma supergigante vermelha.

pode se separar de maneira desigual, as estrelas num sistema múltiplo podem se desenvolver com diferentes massas e por isso seguir variadas trajetórias evolucionárias e envelhecer em ritmos diversos. Isso dá origem a binárias espetaculares com cores e brilhos fortemente contrastantes e também a sistemas em que uma estrela se tornou um remanescente estelar enquanto a outra continua na sequência principal – receita comum para alguns tipos de estrela variável.

Muitas vezes, as estrelas num sistema múltiplo estão tão próximas que não se pode distingui-las. Mas ainda podem se revelar se seus planos estiverem na mesma direção que a Terra e formarem variáveis eclipsantes (ver p.72). Em outros casos, a única pista para um sistema múltiplo é a presença de linhas de absorção "duplas" no espectro de uma estrela aparentemente "solitária".

ESTRELAS MÚLTIPLAS

A grande maioria das estrelas é múltipla. Abaixo, estão algumas das mais espetaculares que podem ser vistas com um pequeno telescópio. Alguns sistemas mútiplos contêm estrelas que não podem ser vistas separadamente.

NOME	MAGNITUDE	TIPO	CONSTELAÇÃO
Albíreo	3,1	binária	Cisne
Épsilon Lyrae	3,9	quádrupla	Libra
Mizar	2,0	quádrupla	Ursa Maior
Izar	2,4	binária	Boieiro
Castor	1,6	sêxtupla	Gêmeos
Trapézio	4,7	quádrupla	Órion

EMPARELHAMENTOS DE ESTRELAS
Albíreo, ou Beta (β) Cygni, é uma das estrelas binárias mais coloridas no céu. Consiste numa gigante amarela evoluída e uma estrela azul-verde de massa menor ainda na sequência principal.

PESAGEM DE ESTRELAS MÚLTIPLAS

Só se podem medir as massas relativas de estrelas graças às estrelas duplas. Todas as estrelas num sistema giram em torno de um centro de massa comum, o baricentro. Se tiverem massa igual, o baricentro estará a meio caminho entre elas; se uma tiver mais massa, o baricentro estará mais próximo dela.

Sistema binário de estrelas de massa igual

Sistema binário de estrelas de massa desigual

AGLOMERADOS ABERTOS E GLOBULARES

Os aglomerados abertos estão no plano da Via Láctea; os globulares estão, na maioria, acima e abaixo do plano da galáxia. As magnitudes são estimadas com base no efeito combinado de todas as estrelas membros.

NOME	MAGNITUDE	TIPO	CONSTELAÇÃO
Plêiades	4,1	aberto	Touro
Hyades	0,5	aberto	Touro
Caixa de Joias	4,2	aberto	Cruzeiro do Sul
Aglom. Borboleta	5,3	aberto	Escorpião
Aglom. da Colmeia	3,7	aberto	Caranguejo
Aglom. Duplo	4,3/4,4	aberto	Perseu

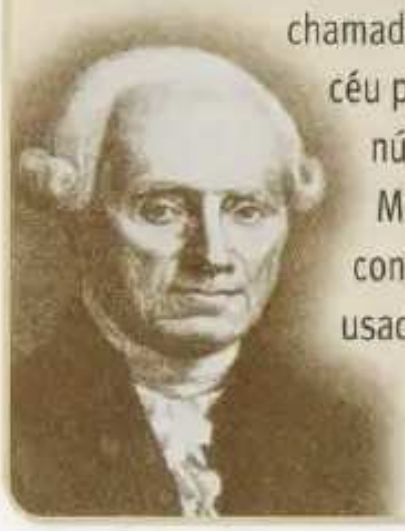
Omega Centauri	5,3	globular	Centauro
M4	7,1	globular	Escorpião
47 Tucanae	2,8	globular	Tucano
M13	2,8	globular	Hércules

AGLOMERADOS ABERTOS

Aglomerados abertos são grupos de dezenas ou até centenas de estrelas nascidas há pouco, frouxamente agrupadas e muitas vezes envoltas por traços da nebulosidade que as originou. Em geral são dominadas por algumas estrelas azul-brancas intensamente quentes, as mais espetaculares das quais são chamadas "associações OB", a partir do seu tipo espectral. Elas raramente são encontradas em outra parte no céu. Têm tanta massa que vivem e morrem em poucas dezenas de milhões de anos, sem tempo de serem apanhadas na eventual dispersão das estrelas mais modestas do aglomerado.

CHARLES MESSIER

O astrônomo francês Charles Messier (1730-1817) listou mais de 100 dos mais brilhantes aglomerados abertos e globulares em seu famoso Catálogo Messier, de 1784. Queria evitar confusão entre cometas recém-descobertos – ele próprio descobriu 15 – e traços permanentes do céu noturno. A obra se tornou a primeira referência-padrão para astrônomos que investigavam os chamados objetos "do céu profundo", e os números de Messier, ou M, continuam sendo usados.



AGLOMERADOS GLOBULARES

Muito mais densos e estruturados do que aglomerados abertos, os aglomerados globulares são bolas de milhares ou milhões de estrelas amarelas e vermelhas que formam sistemas independentes em órbita em torno de uma galáxia. Em contraste com a maioria das estrelas, não estão confinados ao plano de nossa galáxia espiral – em geral orbitam acima e abaixo dela numa região esférica denominada halo. Os espectros das estrelas nesses aglomerados indicam que possuem apenas traços minúsculos de elementos pesados. Eles podem se formar durante as colisões galácticas que geram galáxias espirais como a nossa.

RELÍQUIAS ESTELARES

Pequenas quantidades de elementos mais pesados indicam que as estrelas nos globulares envelhecem devagar – as da Via Láctea como 47 Tucanae (à esquerda), têm cerca de 10 bilhões de anos. As azuis ou brancas de grande massa morreram há muito, deixando as vermelhas e amarelas de menor massa.

Estrelas variáveis

Nem todas as estrelas têm uma magnitude constante. Muitas são variáveis, cujo brilho altera-se em ciclos que podem durar horas ou anos, ou ser imprevisíveis. Essa variabilidade pode ter muitas causas.

VARIÁVEIS PULSANTES

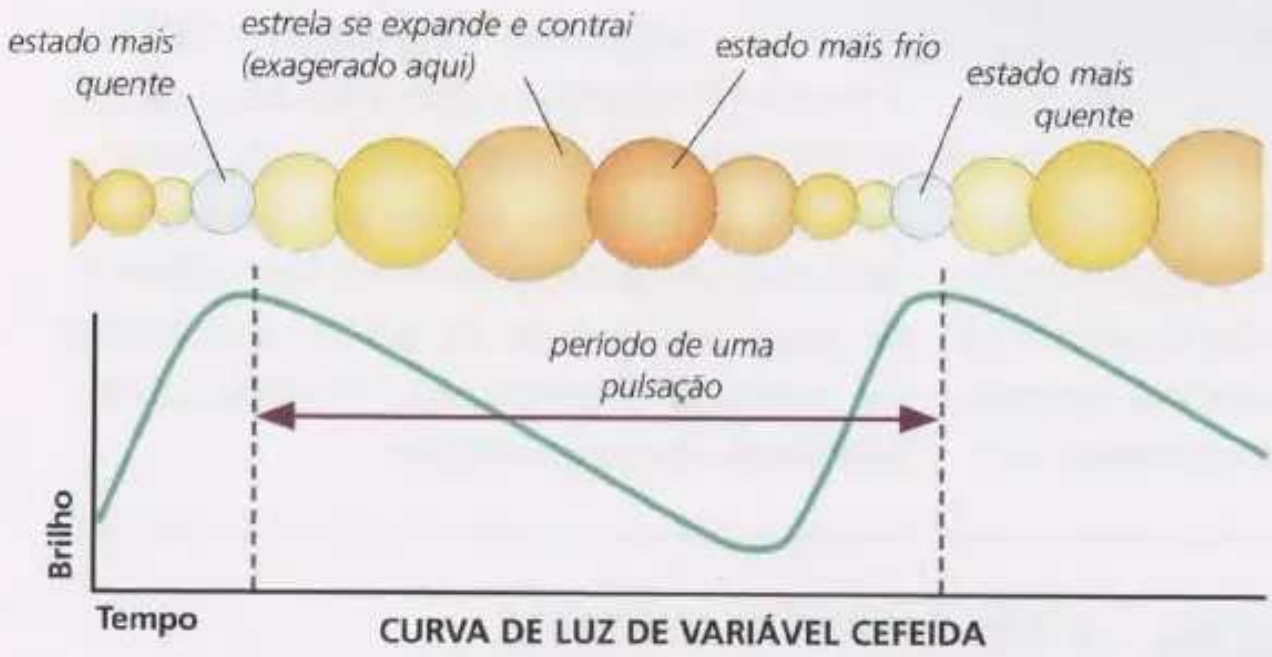
Muitas estrelas passam por um período de instabilidade em algum ponto de suas

ETA CARINAE

Essa supergigante é uma variável muito imprevisível. Hoje brilha

com 5ª magnitude, no limite da visibilidade a olho nu, mas em 1843 chegou à magnitude -1. Foi a segunda estrela mais brilhante no céu.

vidas. As T Tauri, que variam em tamanho e brilho ao ingressar na sequência principal, são um exemplo. O tipo mais comum, contudo, é uma estrela que deixa a sequência principal e se incha numa gigante. Mudanças em sua composição interna podem tornar suas camadas externas transparentes ou opacas, alterando o modo como são afetadas pela pressão de radiação, e levando-a a se expandir ou contrair. É comum surgir um ciclo de instabilidade, com a estrela inchando e encolhendo periodicamente. Variações de brilho e cor acompanham a mudança de tamanho.

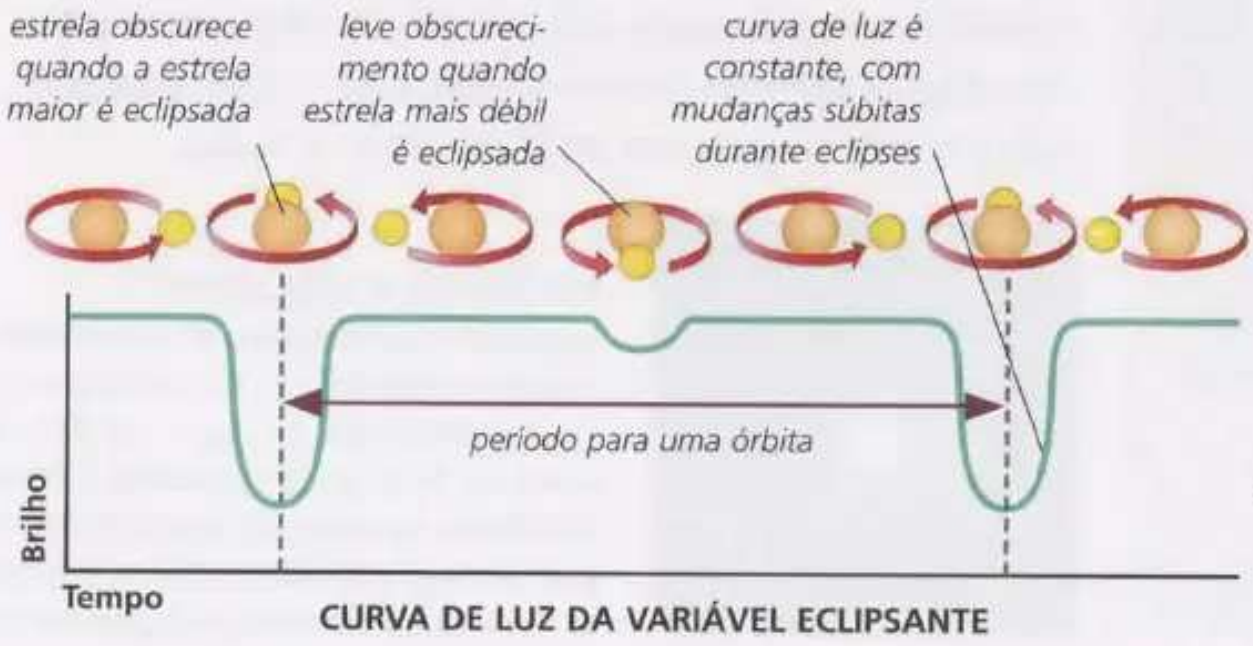


CURVA DE LUZ DE VARIÁVEL CEFEIDA

VARIÁVEIS PULSANTES
Variáveis cefeidas são supergigantes amarelas com mais de três vezes a massa do Sol. Pulsam em períodos de poucos dias e é possível marcar seu brilho cambiante numa "curva de luz" que mostra uma elevação muito brusca para um brilho máximo, seguida por uma queda mais lenta ao mínimo.

VARIÁVEIS ECLIPSANTES

As variáveis eclipsantes, que surgem de um efeito de linha de visão em alguns sistemas binários, são de mais fácil compreensão. Ocorrem quando os membros de um sistema de estrelas binárias passam um em frente ao outro tal como vistos da Terra. Quando as estrelas são vistas lado a lado, sua emissão de luz é combinada, dando brilho máximo. Se uma desaparece toda ou em parte atrás da companheira, a emissão total de luz é reduzida, e seu brilho cai.



CURVA DE LUZ DA VARIÁVEL ECLIPSANTE

VARIÁVEIS ECLIPSANTES
É fácil identificar a curva de luz característica de uma variável eclipsante: a luz mantém-se constante a maior parte do tempo, com duas quedas regularmente espaçadas em brilho. Dependendo dos tamanhos e brilhos relativos das estrelas, um mínimo pode ser menos profundo que outro, ou podem ser iguais.

JOHN GOODRICKE

O astrônomo britânico John Goodricke (1764-86) superou grave surdez, e tornou-se um talentoso matemático e observador. Inventou a "curva de luz" e demonstrou que a estrela Algol, ou Beta (β) Persei, variava com um período regular. Morreu aos 22 anos de uma pneumonia contraída quando observava.

VARIÁVEIS CATACLÍSMICAS

Espetaculares porém imprevisíveis, as variáveis cataclísmicas são vistas normalmente em sistemas binários fechados, onde a estrela de maior massa evoluiu numa anã branca e a de menor massa está em sua fase gigante. Nesses casos, a gravidade da anã branca pode bastar para arrancar material da companheira para si. A estrela anã forma uma atmosfera quente e densa que pode enfim explodir em fusão nuclear. Resulta uma nova, e o ciclo pode se repetir muitas vezes, a intervalos previsíveis ou não.

Ainda mais espetaculares são as supernovas Tipo Ia. Elas ocorrem quando uma anã branca de massa particularmente grande num sistema de novas ganha massa suficiente para superar o limite de Chandrasekhar (ver p.37), desintegrando-se numa estrela de nêutrons.

VARIÁVEIS ROTACIONAIS

Um tipo de variável reconhecido há pouco é uma estrela giratória em que algumas áreas da superfície brilham mais que outras, talvez em razão de manchas escuras (como as do Sol) ou de uma área quente brilhante, como em Betelgeuse. À medida que sua rotação põe à mostra ou oculta a região mais escura ou mais brilhante, o brilho varia. Outro tipo ocorre quando estrelas se esticam numa elipse pela rápida rotação ou a gravidade de uma companheira binária. O brilho varia quando vemos diferentes extensões da superfície.

MAPA DE COMPUTADOR DE BETELGEUSE
A grande mancha brilhante é causada por material quente que emerge do interior. Isso pode causar alguma variação no brilho da estrela, embora Betelgeuse seja também uma variável pulsante.

Galáxias

As galáxias são sistemas de bilhões de estrelas, unidas por sua própria gravidade, em geral misturadas com poeira e gás. Existem vários tipos e parecem ser transformadas por colisões dentro de aglomerados de galáxias.

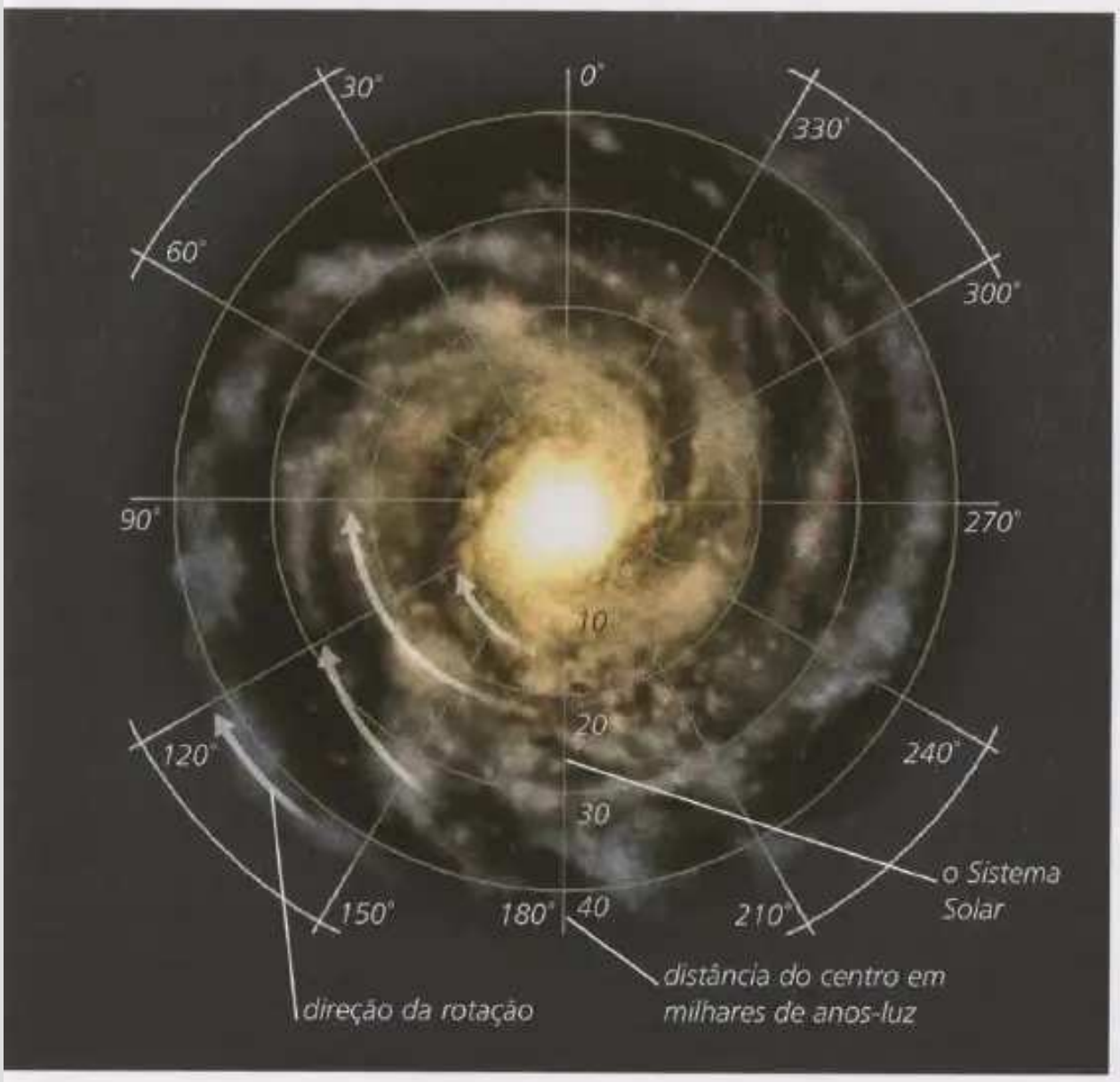
NOSSO LUGAR NO UNIVERSO

A Via Láctea abriga nosso Sol e todas as estrelas que podemos ver no céu. É um vasto sistema espiral situado a cerca de dois terços a partir do centro, na borda exterior de um braço espiral. Como a galáxia tem a forma de um disco, há mais estrelas em nossa linha de visão quando olhamos ao longo do plano dela do que quando olhamos para cima ou para baixo do plano – as densas nuvens de estrelas do plano formam a faixa da Via Láctea que se enrola em volta do céu.

NOSSA GALÁXIA
Vista de lado, a Via Láctea é um disco fino, cujo centro forma um enorme bojo de velhas estrelas vermelhas e amarelas. Os braços espirais e o disco contêm estrelas azuis mais novas e nuvens de poeira.

A VIA LÁCTEA
A fotografia de longa exposição mostra densas nuvens de estrelas perto do centro da galáxia. As áreas escuras são criadas por nuvens de poeira que obscurecem as estrelas brilhantes atrás.

O Sol gira em torno do centro da galáxia uma vez a cada 200 milhões de anos, aproximadamente, mas a Via Láctea não se comporta como um corpo sólido e as regiões internas orbitam em torno do centro mais depressa que as externas. A região central é dominada por um denso centro de antigas estrelas vermelhas e amarelas e o disco externo tem uma mistura de estrelas. As estrelas azuis mais brilhantes concentram-se nos braços espirais, em geral em aglomerados abertos formados há pouco. As estrelas no disco e nos braços espirais da Via Láctea, chamadas estrelas da População I, são em geral relativamente jovens. Estrelas mais velhas encontradas no centro e nos aglomerados globulares formam a População II.



LIMITES GALÁCTICOS
A Via Láctea é um disco de cerca de 100 mil anos-luz de diâmetro e alguns milhares de anos-luz de profundidade. O núcleo é uma bola alongada de estrelas com cerca de 12 mil anos-luz de diâmetro, mais longa no eixo que aponta para o Sol – nossa galáxia pode ser uma espiral barrada (ver p.76).

GALÁXIA COMPANHEIRA
A Grande Nuvem de Magalhães parece uma região desgarrada da Via Láctea. É rica em gás, poeira, estrelas jovens e nebu-

lousas róseas que formam estrelas.

AGLOMERADO GLOBULAR
Algumas das mais velhas estrelas da Via Láctea estão em aglomerados globulares como NGC 5139, chamado Omega (ω) Centauri (à esquerda).

NOSSOS VIZINHOS CELESTES

A Via Láctea não está só em sua região do espaço. Para o seu tamanho, as galáxias estão relativamente comprimidas, e nossa galáxia é um membro-chave de um pequeno aglomerado, o Grupo Local, que contém pelo menos mais duas dúzias de galáxias pequenas e dois outros membros maiores: as espirais Andrômeda e Triângulo, a cerca de 2,5 milhões de anos-luz de distância. Andrômeda, duas vezes maior que a Via Láctea, é a maior galáxia do Grupo Local. A atração gravitacional entre as duas é tão forte que estão se aproximando e fatalmente colidirão e se fundirão daqui a bilhões de anos.

A cerca de 160 mil anos-luz de distância orbitam duas galáxias "irregulares", sem forma e de tamanho moderado, as Nuvens de Magalhães. Ainda mais próxima, uma minúscula e esparsa galáxia "anã elíptica" está de fato colidindo com a nossa do outro lado do centro galáctico.

O BURACO NEGRO DA VIA LÁCTEA

Embora a galáxia esteja repleta de buracos negros de massa estelar deixados por remanescentes de supernovas, um segredo muito maior se oculta em seu coração. No próprio centro da Via Láctea há um buraco negro com a massa de três milhões de Sóis. Ele há muito sugou as estrelas e o gás da região à sua volta, mas sua gravidade ainda afeta a rotação das estrelas no centro. É provável que a maioria das grandes galáxias tenha buracos negros com massas enormes em seu centro.

O CORAÇÃO DA GALÁXIA
Embora o buraco negro central esteja dormente, há muitos objetos violentos em torno do centro da Via Láctea. Esta imagem de raios X revela estrelas superquentes, remanescentes estelares e material fulgurante deixado por explosões em volta do buraco negro.

Tipos de galáxia

Os quatro principais tipos de galáxia

um contém um equilíbrio único de

no Universo – espirais, espirais barradas, elípticas e irregulares – não se distinguem apenas pela forma. Cada estrelas e outros materiais e exibe vários traços que indicam sua evolução e sua relação com os outros.

A GALÁXIA DE ANDRÔMEDA (M31)

GALÁXIAS ESPIRAIS

O centro, dominado por velhas estrelas vermelhas e amarelas, é cercado por braços ricos em gás e poeira. O espaço entre os braços contém uma mistura dispersa de estrelas – os braços só se destacam por conterem a maioria das estrelas mais brilhantes, de vida curta. Isto indica que os braços não são permanentes, mas regiões de densidade aumentada que deslizam em torno do disco, provocando o nascimento de estrelas.

GALÁXIAS ESPIRAIS BARRADAS

O centro de uma espiral barrada é cruzado por uma longa "barra" de estrelas, da qual os braços espirais emergem. Há indícios de que a Grande Nuvem de Magalhães é de fato uma espiral tolhida com uma barra e um único braço. Hoje parece que a Via Láctea também é uma espiral barrada – ocorre que a barra está diretamente alinhada com o nosso ponto de vista.

GALÁXIA NGC 1300

GALÁXIA M87

GALÁXIAS ELÍPTICAS

Dos mais variados tamanhos, compreendem desde galáxias muito pequenas até as maiores. São enormes bolas com maioria de estrelas velhas vermelhas e amarelas, cada uma seguindo a própria órbita elíptica em torno do centro. Como contêm pouco gás e poeira, pouca ou nenhuma formação de estrelas ocorre nelas. As maiores só são encontradas no centro de aglomerados galácticos – uma pista de suas origens (ver p.78).

GALÁXIAS IRREGULARES

Em geral ricas em gás e poeira, as galáxias irregulares como a Grande Nuvem de Magalhães são agrupamentos de estrelas mais ou menos sem forma. Algumas parecem ter buracos negros centrais, barras e começos de braços espirais. São locais de intensa atividade de nascimento de estrelas, com grandes e fulgurantes nebulosas de emissão. A mais ativa dessas galáxias forma estrelas com mais rapidez que as galáxias espirais.

GRANDE NUVEM DE MAGALHÃES

GALÁXIAS ATIVAS

Em sua maioria as galáxias são a soma de suas estrelas individuais – a radiação que emitem vem delas. Mas há muitas exceções. Essas "galáxias ativas" são de quatro tipos principais. Quasares e blazares são galáxias extremamente distantes cuja radiação vem em sua maior parte de uma região pequena em rápida variação em torno do centro. As galáxias Seyfert parecem espirais normais, mas têm núcleos muito mais brilhantes que o esperado, e as radiogaláxias são muitas vezes galáxias insignificantes cercadas por enormes lobos de ondas de rádio emissoras de gases.

É provável que esses diferentes tipos de atividade sejam causados pelos buracos negros nos centros das galáxias. Na maior parte das galáxias ele está dormente, sem material para se alimentar, mas nas galáxias ativas continua a cair material neles. Nas galáxias Seyfert e nas radiogaláxias, os efeitos são relativamente restritos, mas os quasares e blazares, mais distantes de nós, são restos de uma fase anterior, mais violenta.

IMAGEM DE CENTAURUS A EM DIVERSOS COMPRIMENTOS DE ONDA
Uma das galáxias ativas mais próximas, esta elíptica tornou-se ativa ao se fundir com uma espiral. A imagem combina raios X, rádio e fotografias ópticas.

GALÁXIAS FORMADORAS DE ESTRELAS

Estas são algumas das galáxias mais brilhantes de vários tipos. A maioria está em nosso Grupo Local, embora a do Redemoinho e M87 sejam exemplos mais distantes, porém espetaculares, de seu tipo.

NOME	MAGNITUDE	TIPO	CONSTELAÇÃO
Andrômeda	4,3	espiral	Andrômeda
GNM	–	irregular	Dourado
PNM	–	irregular	Tucano
Triângulo	6,2	espiral	Triângulo
Redemoinho	8,4	espiral	Cães de Caça
M87	8,1	elíptica	Virgem

jato de partículas lançado do polo magnético do buraco negro

visto de lado, o toro de poeira pode ocultar por completo o disco e o buraco negro, só deixando à vista os jatos de rádio

toro de poeira, tipicamente com 10 anos-luz de diâmetro

buraco negro

estrela sendo rasgada por intensa gravidade

disco de acreção giratório de gás aquecido

disco de acreção brilha, emitindo luz e raios X

jato expande-se em lobo de milhares de anos-luz de comprimento

O NÚCLEO DE UMA GALÁXIA ATIVA
Um buraco negro no centro da galáxia puxa material para seu disco de acreção. As galáxias ativas em geral partilham os traços mostrados aqui, mas podem parecer diferentes se vistas de outros ângulos.

Evolução das galáxias e aglomerados

As galáxias são gregárias – encontram-se normalmente em aglomerados que se fundem para formar superaglomerados na estrutura de grande escala do Universo. Dentro dos aglomerados, elas colidem e se fundem continuamente parecendo explicar como surgem seus diferentes tipos.

EVOLUÇÃO DAS GALÁXIAS

Outrora se pensava que as galáxias seguiam uma sequência evolucionária simples de elípticas para espirais. Hoje a sequência parece ser mais complexa. Estudos de colisões de galáxias mostraram que com frequência gás é eliminado das galáxias, tornando-se gás quente que cai no centro de aglomerados galácticos. Privadas de seu gás formador de estrelas, galáxias fundidas provavelmente tornam-se elípticas, dominadas por estrelas vermelhas e amarelas à medida que suas estrelas azuis e brancas se extinguem. Mas gás frio atraído por uma elíptica pode acabar rejuvenescendo um disco formador de estrelas, permitindo que o ciclo se repita.

COMO AS GALÁXIAS SE DESENVOLVEM

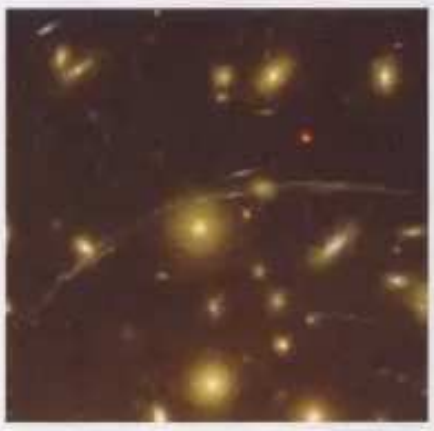
Segundo a melhor teoria moderna para a evolução das galáxias, elas passam por uma série de fusões e colisões contra uma provisão em constante declínio de gás frio "do meio". As fusões começam a formar galáxias elípticas que chegam a dominar as regiões centrais de aglomerados de galáxias.

GEORGE ABELL

O astrônomo americano George Abell (1927-83) fez o primeiro levantamento detalhado de aglomerados de galáxias e desenvolveu técnicas para distinguir aglomerados de galáxias de fundo aleatoriamente distribuídos. Entusiástico divulgador da ciência, fez a maior parte de seu trabalho no observatório de monte Palomar nos anos 50, usando o mais potente telescópio então disponível (à direita). Seu catálogo ainda é a referência-padrão para aglomerados de galáxias.

AGLOMERADOS DE GALÁXIAS

Aglomerados de galáxias podem conter de algumas dúzias de galáxias espirais e irregulares (como nosso Grupo Local) a milhares de galáxias em sua maioria elípticas, dominadas por uma ou mais elípticas gigantes no centro. Curiosamente, não há muita variação no tamanho – a maioria ocupa um espaço de alguns milhões de anos-luz de diâmetro. Embora costumem se fundir em suas bordas, os aglomerados são distintos e cada um é governado por sua própria gravidade local.



FORMAÇÃO DE AGLOMERADOS

Os aglomerados – e suas galáxias – se fundem com o tempo. Estima-se sua idade pelo número de elípticas grandes que contém. Abell 1689 (à esquerda) é altamente desenvolvido.

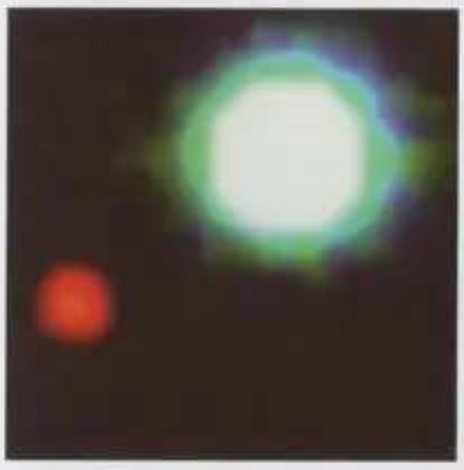
Planetas de outras estrelas

O Sistema Solar não é único e na última década tornou-se finalmente possível estudar planetas e "anãs marrons" que giram em torno de estrelas próximas.

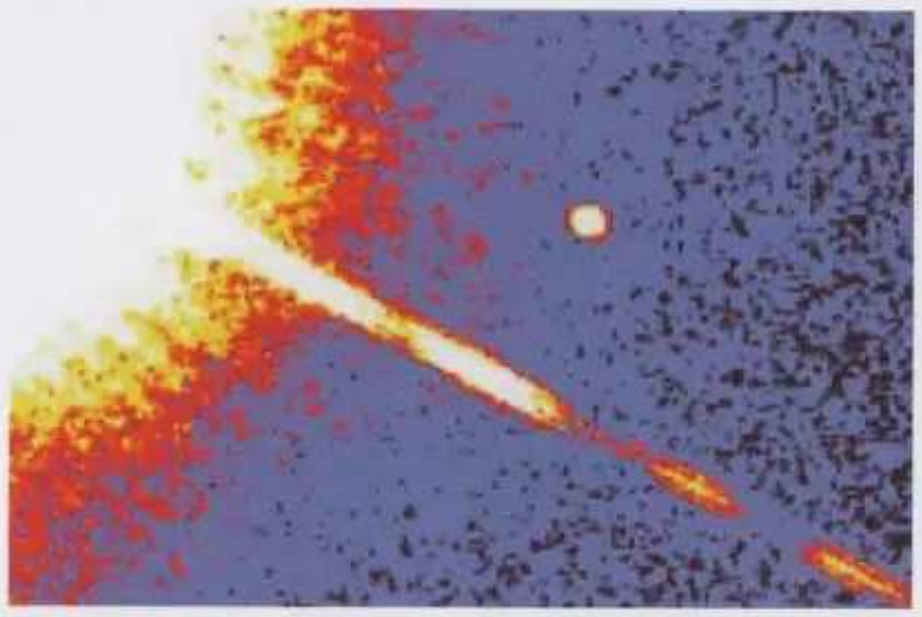
BETA PICTORIS
Imagens ópticas e infravermelhas de Beta (β) Pictoris, estrela semelhante ao Sol a 50 anos-luz, mostra à sua volta um disco de material suavemente brilhante; no centro há uma clareira do tamanho aproximado de nosso Sistema Solar interior.

A CAÇA DE PLANETAS

Há décadas os astrônomos procuram planetas "extrassolares", mas sempre foram frustrados por seu tamanho e obscuridade. O que descobriram de mais próximo foram os intrigantes "discos protoplanetários" de material frio e empoeirado em torno de estrelas como Beta (β) Pictoris. Nos anos 90, novas técnicas de procura de planetas mudaram isso, e agora se conhecem mais de 100 planetas extrassolares. A maioria tem pelo menos a massa de Júpiter, pois os instrumentos não são sensíveis o bastante para detectar planetas semelhantes à Terra. Poucos desses sistemas se parecem com o do Sol. Há muitos planetas em órbitas altamente elípticas e um número significativo de "Júpiteres quentes" – planetas gigantes muito próximos de suas estrelas. Descobriu-se também muitas anãs marrons – "estrelas frustradas" maiores que planetas, mas pequenas demais para se inflamarem como estrelas.



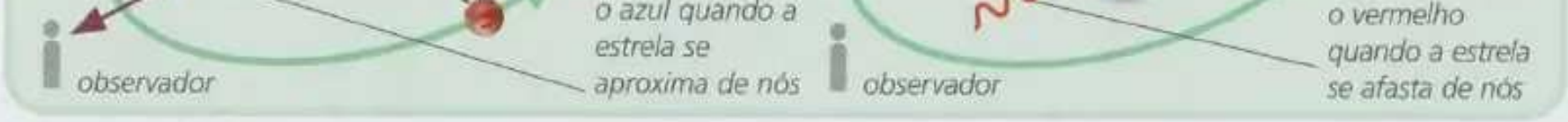
PRIMEIRA FOTOGRAFIA
A primeira imagem direta de um planeta extrassolar foi captada em 2005 pelo telescópio VLT, no Chile. O planeta (à esquerda), com cinco vezes a massa de Júpiter, gira em torno de uma débil anã marrom.



ENTRE ESTRELAS E PLANETAS
Anãs marrons como Gliese 229B (acima) são grandes demais para serem planetas, mas pequenas para serem estrelas. Acredita-se que se formam como as estrelas jovens. Emitem calor gerado na contração gravitacional.

DETECÇÃO DE PLANETAS

Quase todos os planetas extrassolares foram encontrados pelo efeito gravitacional sobre as estrelas. Uma estrela e seu planeta giram em torno de seu centro de massa comum, baricentro, que num sistema planetário tende a estar na estrela-mãe. Mas pelo estudo de seu espectro de luz a intervalos regulares, detectam-se minúsculos desvios para o vermelho e para o azul à medida que a estrela "bamboleia" em torno do baricentro.


observador
o azul quando a
estrela se
aproxima de nós
observador
o vermelho
quando a estrela
se afasta de nós

O Sistema Solar

A Terra, uma bola de rocha cheia de vida, é um lugar especial para o homem por ser o seu planeta. Mas não é o maior nem o mais importante objeto em sua região no espaço, isso cabe ao Sol. A Terra é parte da família do Sol, o Sistema Solar, composto de oito planetas, corpos menores chamados planetas anões, mais de 140 satélites e bilhões de asteroides e cometas. Eles existem juntos há cerca de 4,6 bilhões de anos no seio da galáxia Via Láctea, apenas uma dos milhões de galáxias que compõem o Universo.

O SOL influencia grande número de corpos e imenso volume de espaço. É o membro central e o de maior massa do Sistema Solar, e todos os demais giram à sua volta. Mercúrio, Vênus, Terra e Marte estão mais próximos dele. Os planetas maiores, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, estão além de Marte. Muitos objetos grandes foram descobertos no cinturão de Kuiper. O mais conhecido deles é o mundo de rocha e gelo chamado Plutão. Considerado um planeta quando descoberto, foi reclassificado recentemente como um planeta anão.

Todos os corpos no sistema formaram-se juntos, cerca de 4,6 bilhões de anos atrás. Sua origem foi uma nebulosa, uma nuvem de gás e poeira bem maior que o atual Sistema Solar. Quando o sistema se formou, só restavam dois milésimos da massa da nebulosa original. O resto fora dissipado ou empurrado para o espaço. O Sol formou-se primeiro, seguido pelos planetas. Minúsculas partículas de material da

Os gigantes de gás formaram um núcleo sólido, depois atraíram uma atmosfera de gás. O material entre Marte e Júpiter que não formou um planeta tornou-se o Cinturão de Asteroides. O restante, além de Netuno, transformou-se em objetos no cinturão de Kuiper e nos cometas.

ESTRELA LOCAL, O SOL
O Sol é a única estrela que conseguimos ver em detalhes. A espaçonave SOHO fez essa impressionante imagem de sua dinâmica superfície.

VISÃO A PARTIR DA TERRA
Os objetos vistos no céu mais próximos da Terra pertencem ao Sistema Solar. O Sol ilumina o dia da Terra e faz a Lua e os planetas brilharem à noite. Sob boas condições, todos os planetas, exceto Netuno e Plutão, podem ser vistos a olho nu. Sol, Lua e seis outros planetas – Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno – são conhecidos desde a Antiguidade; assim como os cometas, embora não se compreendesse a natureza deles. Outros objetos, como satélites, só foram descobertos depois da invenção do telescópio, no início do séc.XVII. Urano foi descoberto em 1781; o primeiro asteroide, em 1801; Netuno, em 1846; Plutão, em 1930; o primeiro objeto no cintu-

Minúsculas partículas de material da nebulosa aglomeraram-se para formar pedaços cada vez maiores, e por fim enormes esferas, os planetas rochosos.

JÚPITER E IO
Nesta imagem captada pelo telescópio espacial Hubble, a atmosfera superior de Júpiter é o pano de fundo para seu satélite Io. A sombra da Lua projeta-se na coberta de nuvens joviana.

em 1930, e o primeiro objeto no cinturão de Kuiper, em 1992. Há quase 50 anos, sondas espaciais vêm revelando detalhes em close-up desses mundos remotos e fascinantes. Junto com técnicas de observação baseadas na Terra, estão cada vez mais aperfeiçoadas e ajustadas para revelar mais do sistema, inclusive novos membros.

Nosso Sistema Solar

O Sistema Solar consiste no Sol e sua grande família de objetos espaciais, os planetas, os satélites e incontáveis corpos menores como os asteroides e os cometas. O número de objetos conhecidos cresce a cada mês, com a descoberta de objetos menores e mais distantes.

A ESTRUTURA DO SISTEMA SOLAR

O Sol, seu membro maior e de maior massa, domina o sistema. Sua posição central e forte gravidade mantêm o conjunto unido. Os demais membros se movem numa trajetória em torno dele. Um circuito completo dessa trajetória é uma órbita; cada objeto gira à medida que se desloca. A parte planetária do sistema tem forma de disco – é quase chata e circular. Além disso, estão os cometas. Eles giram em torno do Sol em qualquer plano, desde perto do plano planetário até acima e abaixo do Sol, ou em qualquer lugar entre um e outro. Eles compõem uma vasta esfera em torno da parte planetária, estendendo-se até cerca de 1,6 ano-luz do Sol. Mais além é o espaço interestelar.

O Sistema Solar formou-se há cerca de 4,6 bilhões de anos a partir de uma nuvem de gás e poeira vasta e giratória chamada nebulosa Solar. O material desabou no centro e fez o Sol. Um disco giratório de material não usado ao redor dele produziu os planetas. Material rochoso e metálico próximo do Sol formou os planetas rochosos. Nas regiões mais frias e externas, rocha, metal, gás e gelo formaram os gigantes gasosos exteriores.

AS ÓRBITAS DOS PLANETAS
Os planetas giram em torno do Sol aproximadamente no mesmo plano e se movem na mesma direção, anti-horária, quando vistos de cima do Polo Norte. O comprimento de uma órbita e o tempo em que se completa crescem com a distância. Os planetas e suas órbitas não são mostrados em escala.

PLANETAS ROCHOSOS INTERIORES

Os quatro planetas interiores – Mercúrio, Vênus, Terra e Marte – são coletivamente conhecidos como planetas rochosos. De fato, o nome é inadequado, porque todos são rochosos-metálicos. Uma fatia de qualquer deles revelaria um núcleo de metal envolto por um manto rochoso e uma crosta. Na superfície, são muito contrastantes. Crateras marcam a paisagem seca e cinza de Mercúrio, e a atmosfera espessa e venenosa que envolve Vênus oculta seu terreno vulcânico

Oceanos de água cobrem mais de 70% da Terra, e Marte, seco e frio, abriga os maiores vulcões do Sistema Solar.

O DELTA DO GANGES, NA TERRA
Só a Terra tem água em estado líquido em sua superfície. Mais perto do Sol, a água ferveria; mais longe, congelaria.

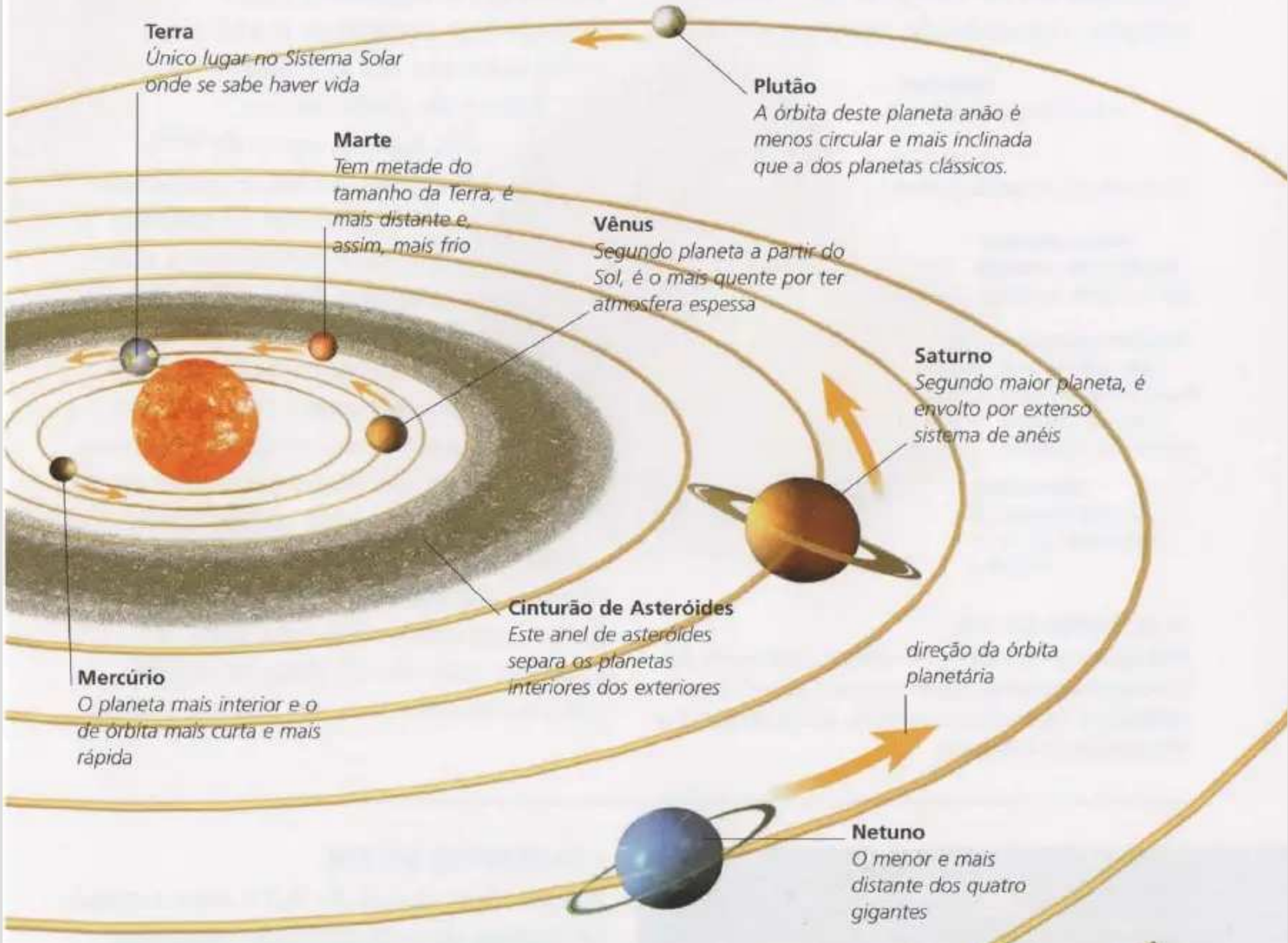
SUPERFÍCIE DE MARTE
Moldada por atividade tectônica e água fluida, a superfície marciana é marcada também por dezenas de milhares de crateras de impacto (à esquerda).

A SUPERFÍCIE TEMPESTUOSA DE JÚPITER
A camada superior da atmosfera de Júpiter forma faixas coloridas e tem tempestades furiosas.

GIGANTES GASOSOS EXTERIORES

Os quatro maiores planetas além do Cinturão de Asteroides (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) são chamados de gigantes gasosos, embora se componham apenas em parte de gás. Afora o Sol, eles são os maiores objetos no Sistema Solar. A superfície visível de todos é coberta por enevoadas atmosferas superiores. Esses quatro mundos distantes e frios têm grandes famílias de satélites e estão cercados por sistemas de anéis.

ANÉIS DE SATURNO
Saturno tem um sistema de anéis extenso mas fino. Esta imagem em cores falsas mostra pequenos anéis individuais compostos de milhares de pedaços de gelo sujo.



SATÉLITES, ASTEROIDES E COMETAS

Há bilhões de pequenos objetos no Sistema Solar. Mais de 140 são satélites que orbitam sete dos planetas. Dois deles são maiores que Mercúrio; os menores são torrões em forma de batata, com poucos quilômetros de diâmetro. Bilhões de pedras espaciais, chamadas asteroides, compõem o Cinturão de Asteroides entre Marte e Júpiter. O cinturão de Kuiper, fora da órbita de Netuno, consiste em muitos milhares de objetos rochosos gelados. Na nuvem de Oort há mais de um trilhão de cometas.

ASTEROIDE GASPRA

COMETA IKEYA-ZHANG

Sol

O Sol é uma enorme bola de gás quente e luminosa. Em seu núcleo, hidrogênio é convertido em hélio, liberando a energia sentida na Terra como calor e luz. O Sol existe nessa forma há cerca de 4,6 bilhões de anos e provavelmente continuará assim por mais 5 bilhões.

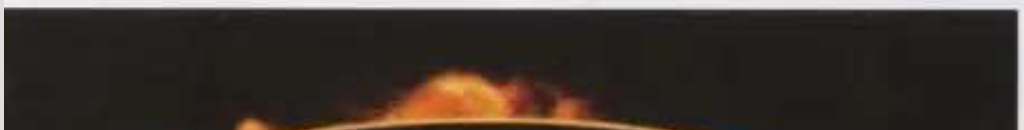
DENTRO DO SOL

O Sol é imenso; com 109 vezes o diâmetro da Terra, contém 99% do material no Sistema Solar. É feito principalmente de hidrogênio (cerca de 73,5%) e hélio (cerca de 25%) com minúsculas quantidades de cerca de 90 outros elementos. A gravidade mantém o Sol coeso, puxando-o para o centro. A temperatura e a pressão aumentam com a profundidade. A pressão tenta empurrar o gás para fora e o impede de ficar ainda mais comprimido. Enquanto o equilíbrio entre gravidade e pressão se mantiver, o Sol manterá seu tamanho e sua forma de globo atuais.

No núcleo, cerca de 60% da massa do Sol, a temperatura é de cerca de 15 milhões °C. Ali, reações nucleares convertem o hidrogênio em hélio numa taxa de cerca de 600 milhões de toneladas por segundo. No processo, quase cinco milhões de toneladas são liberadas como energia. O Sol não é sólido, assim suas diferentes partes não giram na mesma velocidade – diferentemente da Terra, que gira como um todo. O equador gira em 25 dias, as regiões polares levam cerca de 10 dias a mais.

O INTERIOR DO SOL

Hidrogênio é convertido em hélio no núcleo do Sol. A energia produzida move-se para a superfície por radiação e depois por convecção, antes de deixar o Sol através da fotosfera.



A SUPERFÍCIE DO SOL

A superfície visível do Sol é uma camada

de 500km de profundidade chamada fotosfera. É feita de células de gás ascendente chamadas grânulos, que lhe dão um aparência mosqueada, como a de casca de laranja. Essas células de convecção, com cerca de 1.000km de diâmetro, têm vida breve e se renovam constantemente. As espículas são breves jatos de gás que sobressaem da superfície.

FLARES SOLARES

Gás é expelido e se lança continuamente da superfície do Sol em jatos e lâminas. Nesta série de fotos feitas num período de oito horas, *flares* solares irrompem da fotosfera.

NOSSA ESTRELA LOCAL

Nesta imagem da espaçonave SOHO, a superfície mosqueada do Sol é claramente visível. As regiões brancas são fáculas, regiões ativas luminosas associadas a manchas solares. O Sol parece laranja-escuro porque a imagem foi tomada em luz ultravioleta. A cor amarela usual do Sol deve-se à temperatura da fotosfera.

DADOS DO SOL

DIÂMETRO 1,4 milhão km

DISTÂNCIA MÉDIA DA TERRA
149,6 milhões km

PERÍODO DE ROTAÇÃO (EQUATORIAL)
25 dias terrestres

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE 5.500°C

TEMPERATURA DO NÚCLEO 15 milhões °C

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

Parecem minúsculas comparadas com o disco do Sol, mas podem ter milhares de quilômetros de comprimento. *Flares* solares e anéis de gás quente muito maiores estão muitas vezes associados a manchas solares.

Manchas solares com milhares de quilômetros aparecem periodicamente na superfície e em geral duram semanas. São áreas mais frias onde o gás quente não consegue chegar à superfície. Estão numa região que se estende

PROEMINÊNCIAS

São nuvens e lâminas gigantescas de gás que

por cerca de 40° de ambos os lados do equador. Surgem em ciclos de 11 anos; aparecem e desaparecem em posições cada vez mais próximas do equador e seu número muda durante cada ciclo.

São nuvens e lâminas gigantescas de gás que se elevam muito acima da superfície visível. Estendem-se por centenas de milhares de quilômetros na atmosfera externa do Sol, a coroa solar, e podem durar dias ou semanas.

MANCHAS SOLARES
Têm cerca de 1.500°C e são mais frias que o resto da fotosfera. A zona central mais escura e fria é a umbra; à sua volta está a mais leve e menos fria penumbra.

ATMOSFERA
Uma vasta atmosfera composta de duas camadas principais estende-se além da fotosfera. A cromosfera, logo acima da fotosfera, tem cerca de 5 mil km de espessura, e sua temperatura eleva-se à altura de cerca de 20 mil °C. A camada externa, a coroa, que se estende no espaço por milhões de quilômetros, é ainda mais quente, com 2 milhões °C. Essas temperaturas elevadas são inesperadas e não têm uma explicação aceita. Em geral a atmosfera não é visível, perde-se na luz ofuscante do Sol. A cromosfera rosada e a coroa solar branca podem ser vistas quando o disco é obscurecido, como pela Lua num eclipse total. Também invisível é o vento solar – minúsculas partículas que emanam do Sol.

CROMOSFERA
O arco rosado irregular e fino é a cromosfera; sob ela está o brilho branco mais forte da fotosfera. O disco do Sol foi bloqueado. Uma protuberância vermelha como uma chama se lança da cromosfera na coroa solar (não visível aqui).

SOHO

O ESTUDO DO SOL

Mais de 20 sondas espaciais estudaram o Sol e seu efeito no espaço que o cerca. A maioria delas o investiga enquanto traça longas órbitas elípticas em torno da Terra; outras trabalham a partir da órbita solar. A trajetória da Ulysses, por exemplo, a levou acima dos polos do Sol

O Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), lançado em 1995, estuda a fotosfera, a atmosfera e a produção de vento solar do Sol.

exemplo, a levou acima dos pólos do Sol. Gênesis trouxe partículas de vento solar para a Terra. Partes do Sol, inclusive os *flares* solares e a coroa solar, foram estudadas em vários comprimentos de onda.

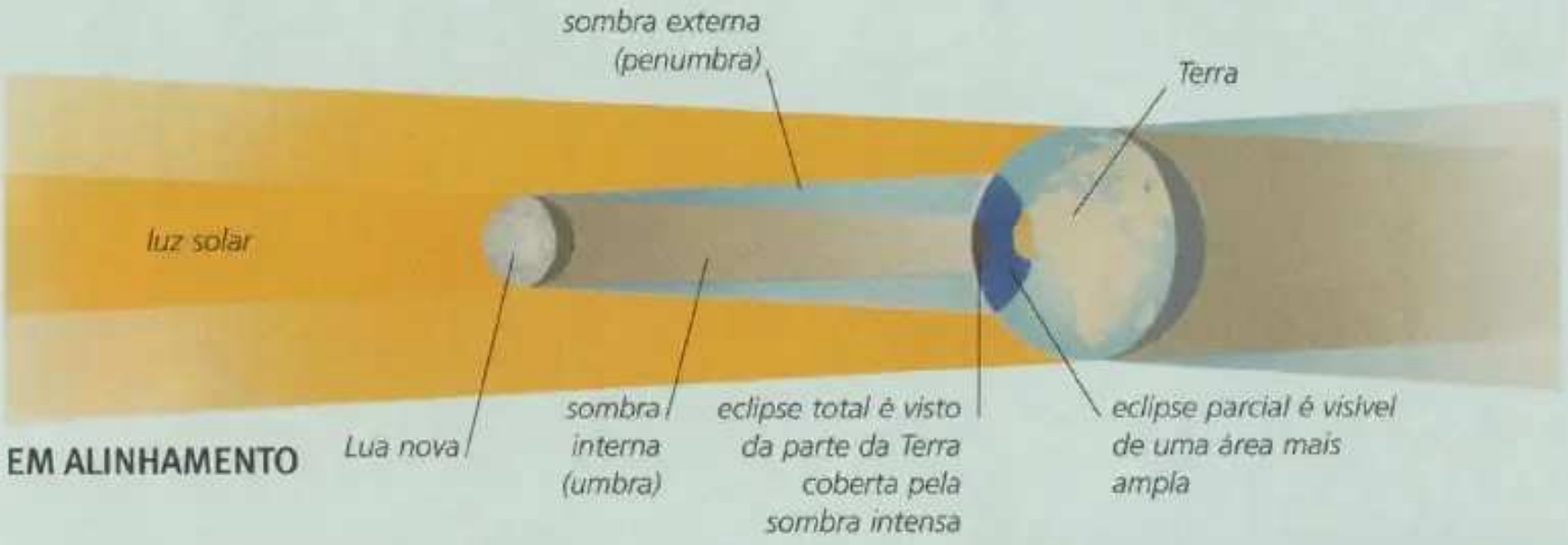
OBSERVATÓRIO TEIDE

Astrônomos baseados na Terra usam telescópios especiais para ver o Sol. Abrigados em torres altas em locais de altitude elevada, onde a interferência da atmosfera da Terra é mínima, possuem um espelho móvel (heliostato) no topo da torre para refletir a luz solar, que é dirigida para instrumentos de medida em salas subterrâneas refrigeradas. No Vacuum Tower Telescope, no observatório Teide (a torre mais alta à esquerda), o ar é removido da torre para limitar a distorção da imagem pelo calor do Sol.

OBSERVATÓRIO SOLAR TEIDE, TENERIFE

ECLIPSES SOLARES

Quando o Sol, a Lua e a Terra estão alinhados, a Lua cobre o disco do Sol e impede sua visão. Esse tipo de eclipse solar ocorre na Lua nova, normalmente apenas duas vezes por ano, quando os três objetos celestes estão alinhados. A sombra da Lua é projetada na Terra. Quem está no centro dela verá um eclipse solar total; quem está nos polos verá um eclipse parcial.



EM ALINHAMENTO

ESTÁGIOS DE UM ECLIPSE SOLAR

O disco escuro da Lua leva cerca de uma hora e meia para cobrir o disco luminoso do Sol (abaixo). Um eclipse total do Sol em geral dura dois a três minutos, mas pode durar até sete minutos e meio. Pode-se ver então o halo externo do Sol, sua coroa.

A OBSERVAÇÃO DO SOL

Nunca se deve observar o Sol diretamente a olho nu ou com qualquer instrumento, pois sua luz intensa pode danificar os olhos. Para isso, adotam-se dois métodos com instrumento: o da proteção usa filtros para bloquear raios danosos; o da projeção (a imagem é projetada numa tela) é mais seguro, porque evita que se olhe para o Sol.

PROJEÇÃO COM TELESCÓPIO

Uma imagem solar pode ser dirigida através da ocular de um telescópio para uma tela. Dirija o telescópio para o Sol, posicione a tela a cerca de 50cm da ocular e ajuste a ocular para definir a imagem.

PROJEÇÃO BINOCULAR

Cubra uma das lentes para que a luz solar só passe pela outra. Dirija a imagem do Sol pelo binóculo. Ajuste a tela de projeção até que a imagem fique em foco.

FLARE SOLAR

A olho nu, o Sol parece um disco uniforme. Instrumentos na Terra ou no espaço, porém, revelam detalhes. Esta imagem tomada pelo satélite Earth, que gira em torno da Terra, mostra uma violenta liberação de energia conhecida como *flare* solar na coroa do Sol.

Mercúrio

Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol. Um mundo seco, rochoso e cheio de crateras, sente a plena força do calor solar durante o dia, mas tem a mais tênue das atmosferas e noites gélidas. De difícil estudo a partir da Terra, foi pouco explorado.

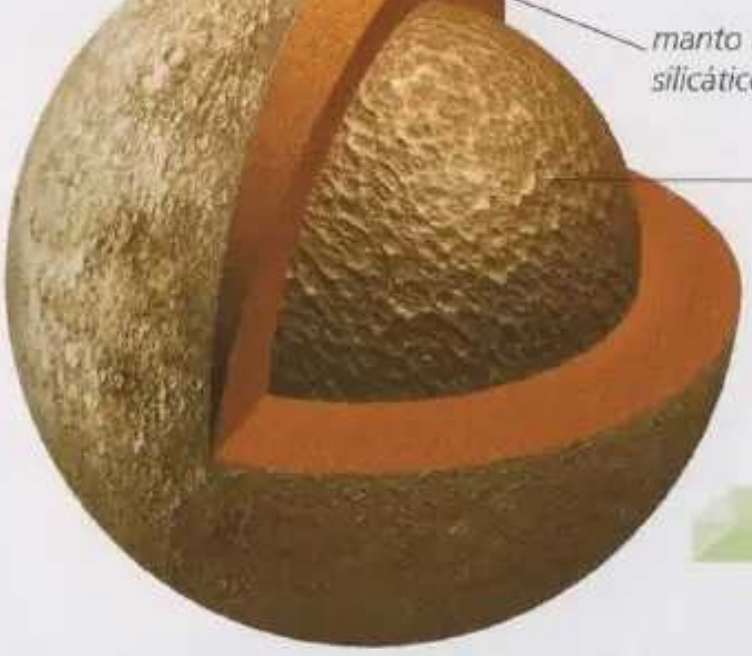
ESTRUTURA E ATMOSFERA

Abaixo da superfície de rocha silicática de Mercúrio há um sólido manto rochoso de cerca de 550km de espessura. Essa camada deve ter sido líquida quando Mercúrio era jovem e fonte de erupções vulcânicas. O manto esfriou e se solidificou e as erupções vulcânicas cessaram há bilhões de anos. Abaixo do manto há um núcleo de ferro, formado quando este metal pesado afundou no jovem planeta. O núcleo é parcialmente fundido e é fonte do campo magnético do planeta.

Elementos da superfície de Mercúrio, como sódio, junto com hélio do vento solar, formam uma atmosfera muito fina. É temporária e precisa ser sempre reconstituída porque a atração gravitacional de Mercúrio não consegue reter

O INTERIOR DO PLANETA

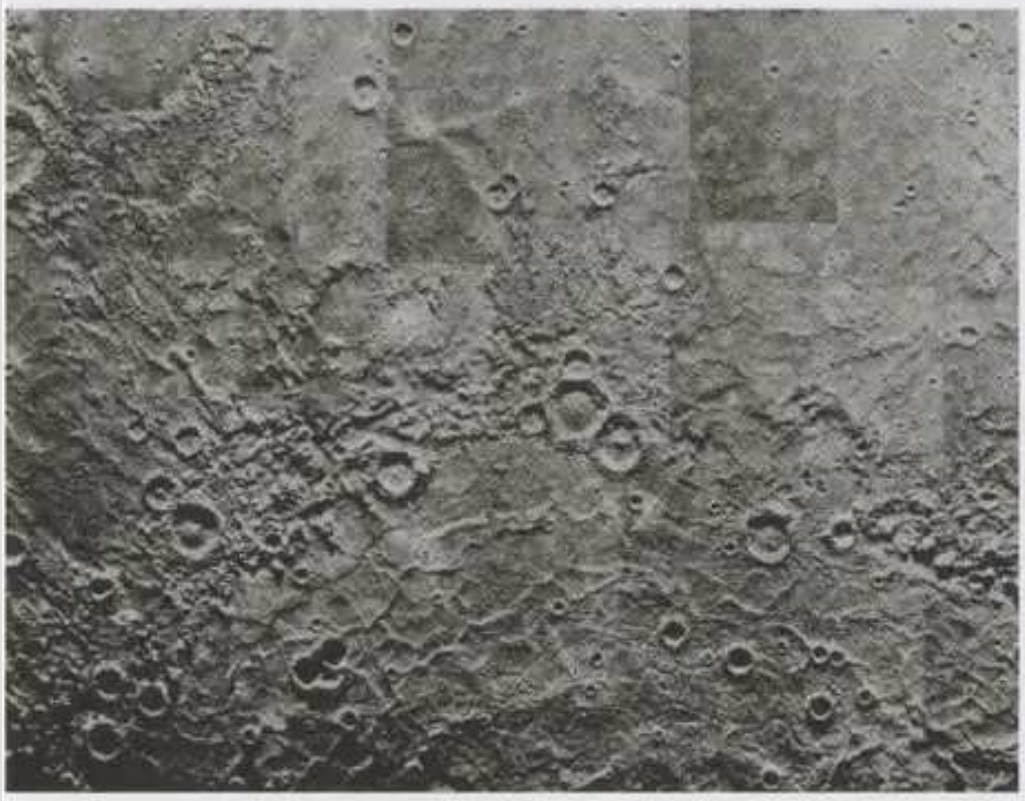
Mercúrio é extremamente denso comparado a outros planetas rochosos, o que significa que é rico em ferro. Seu enorme núcleo de ferro tem cerca de 3.600km de diâmetro. Em torno dele há um manto e uma crosta de rocha silicática, rica em ferro e titânio.



os gases.

ATMOSFERA

A composição da atmosfera fina e temporária de Mercúrio varia à medida que ela perde gases e é reabastecida. Oxigênio, sódio e hélio são os elementos mais abundantes.



BACIA CALORIS
Caloris, ainda não fotografada, está sob a borda inferior deste mosaico de 10 imagens do Mariner. A borda da bacia e as cristas estão marcadas por crateras mais recentes.

ASPECTOS DA SUPERFÍCIE

Mercúrio é coberto por milhares de crateras de impacto, formadas pelo choque de meteoritos contra a superficie. As mais velhas remontam há 4 bilhões de anos, quando meteoritos bombardearam o planeta. As crateras variam de pequenas em forma de bola até grandes como a bacia Caloris, que tem um quarto do diâmetro do planeta. A bacia se formou quando um corpo impactante de cerca de 100km de diâmetro o atingiu. Ondas de choque empenaram a superficie, formando anéis de cristas em torno do local e enrugando o terreno no lado oposto do planeta. A superficie tem também planícies formadas por lava vulcânica e cristas alcantiladas formadas quando o planeta jovem e quente esfriou e encolheu.

PLANETA SEMELHANTE À LUA
Mercúrio é o menor dos planetas e o mais rápido a orbitar o Sol. Suas planícies vulcânicas são pontilhadas de crateras de impacto.

DADOS DE MERCÚRIO

DIÂMETRO 4.879km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
57,9 milhões km

PERÍODO ORBITAL 88 dias terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 59 dias terrestres

TEMP. DE SUPERFÍCIE -180°C a 430°C

NÚMERO DE SATÉLITES Zero

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

MISSÕES A MERCÚRIO

Mercúrio só é visto perto do horizonte da Terra. Como a atmosfera de nosso planeta ali é turbulenta, fica extremamente difícil estudar sua superfície. A primeira espaçonave a visitá-lo, Mariner 10, o sobrevoou três vezes em 1974-75. Suas imagens revelaram um mundo coberto de crateras parecido com a nossa Lua. Uma segunda sonda, Messenger, passou a orbitar Mercúrio em março de 2011. Entre outras coisas, ela forneceu mapas mais detalhados da superfície.

MESSENGER

Depois de três sobrevoos próximos em 2008 e 2009, em 2011 Messenger passou a orbitar Mercúrio para mapear a superfície do planeta e estudar sua geoquímica, atmosfera e campo magnético.

A OBSERVAÇÃO DE MERCÚRIO

Mercúrio tem fases como a Lua, mas é difícil vê-lo porque nunca se afasta do Sol. É visto baixo no céu estrelado, antes do nascer do Sol ou após o pôr do sol. É melhor visto em elongação máxima, quando está mais longe do Sol, seis ou sete vezes por ano. Mercúrio parece cruzar a face do Sol várias vezes num século, quando passa entre o Sol e a Terra.

MERCÚRIO E VÊNUS NO CÉU NOTURNO

Mercúrio visto no crepúsculo vespertino. O Sol se pôs e logo Mercúrio também estará sob o horizonte. Parece uma estrela e é visível a olho nu.

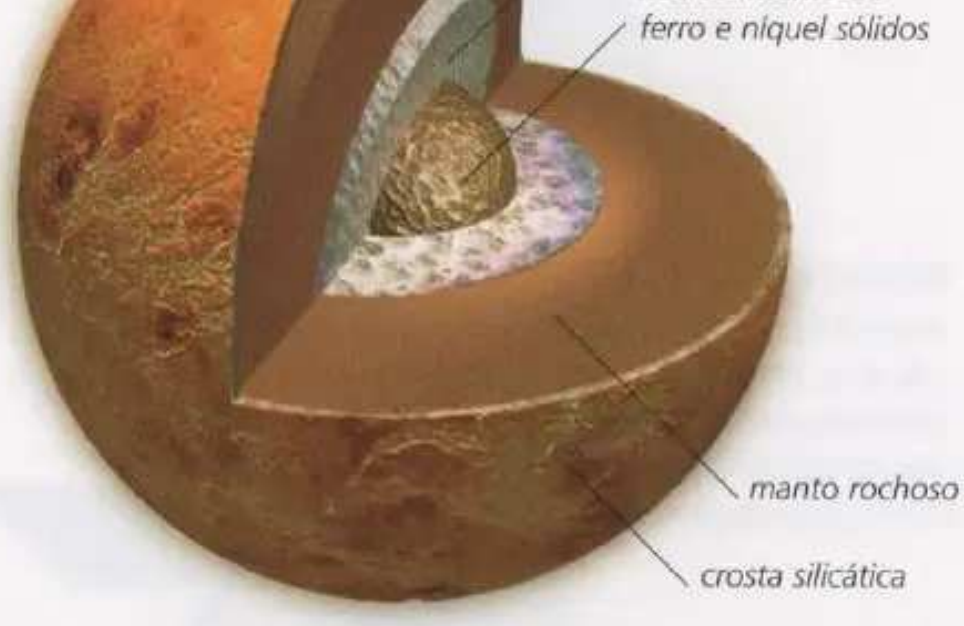
Vênus

Similar à Terra em tamanho e estrutura, Vênus é o planeta que mais se aproxima de nós e parece maior que qualquer outro no céu, mas revela pouco de si mesmo – somente a camada superior de grossa e inteiriça manta de nuvens é visível.

ESTRUTURA E ATMOSFERA

Em diâmetro, Vênus é apenas cerca de 650km menor que a Terra e suas camadas internas são de tamanho e composição similares. Sob a crosta silicática há um manto rochoso, e sob este um núcleo sólido no centro. Gira em torno de seu eixo mais devagar que qualquer outro planeta – uma rotação leva mais tempo que uma órbita venusiana. Ademais, gira do leste para o oeste, na direção oposta à da maioria dos outros planetas.

A atmosfera de 80km de profundidade é predominantemente de dióxido de carbono. Uma grossa cobertura de nuvens de gotículas de ácido sulfúrico reflete 80% de sua luz



solar. Como as nuvens também absorvem o calor do Sol, Vênus é um lugar encoberto com uma temperatura superficial mais alta que a dos outros planetas.

O INTERIOR DO PLANETA
Vênus é um mundo denso e rochoso, cujo material se acomodou em camadas. Seu núcleo de ferro e níquel esfriou e se solidificou em parte. Material de um manto derretido é liberado na superfície do planeta como lava vulcânica.

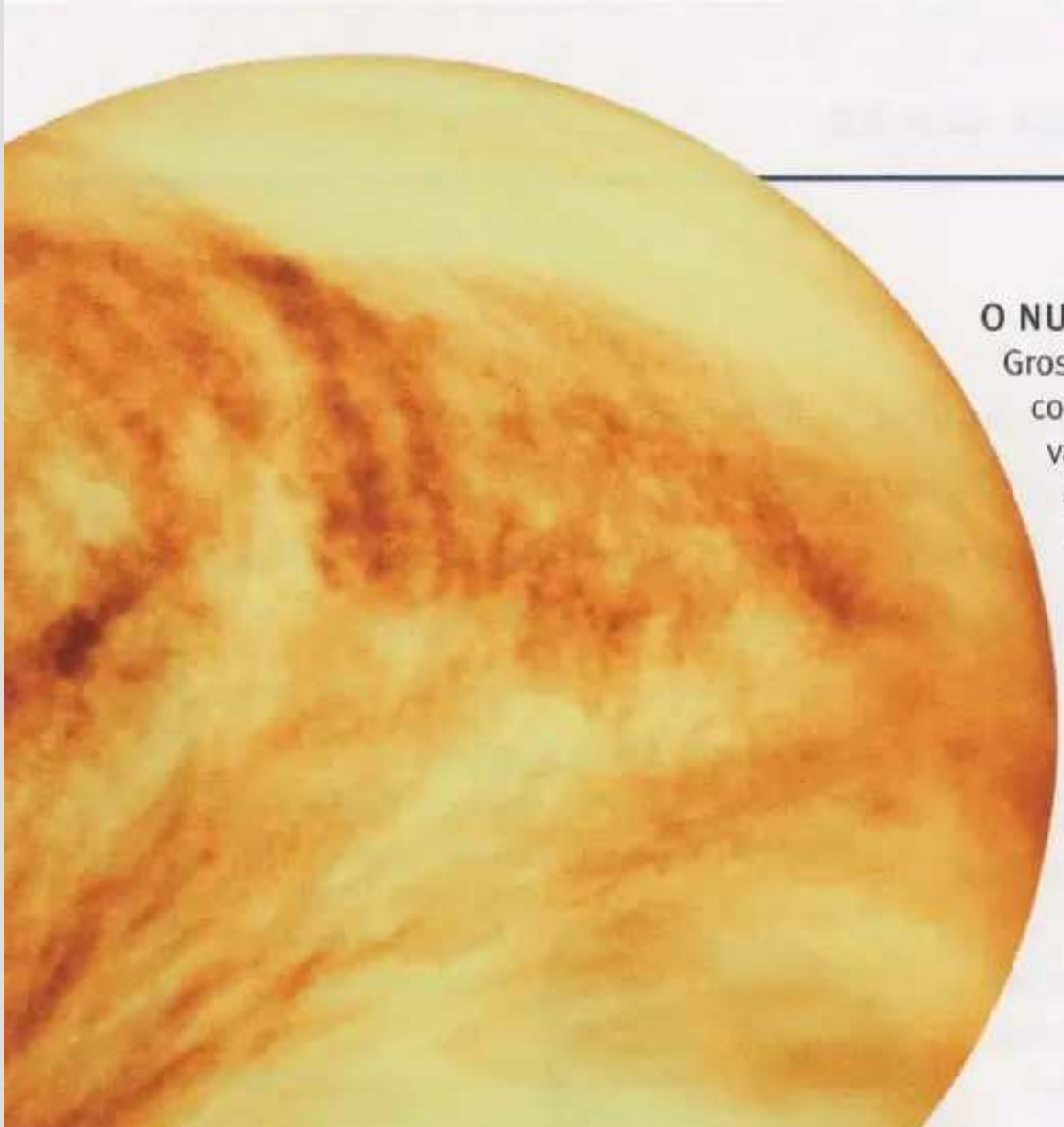
ASPECTOS DA SUPERFÍCIE

Características vulcânicas dominam a superfície de Vênus. Cerca de 85% dela é de planícies baixas cobertas de lava vulcânica. O resto consiste em três regiões montanhosas, a maior das quais é Terra de Afrodite. A superfície vulcânica é relativamente jovem. As centenas de vulcões de Vênus e seus extensos campos de lava talvez não tenham mais de 500 milhões de anos. Alguns vulcões ainda podem estar ativos.

Vênus tem singulares montes de lava de topo chato e feição vulcânicas semelhantes a aranhas, chamados aracnoides. Sua superfície é marcada por centenas de crateras de impacto. Assim como outras características de Vênus, recebem nomes de mulheres.

A PAISAGEM VULCÂNICA
Os vulcões de Vênus variam muito em tamanho. O monte Maat é um vulcão tipo escudo de pouca inclinação que cresceu com sucessivas erupções; eleva-se 8km acima da superfície.

CRATERA BARTON
Com 52km de diâmetro, seu nome é uma homenagem a Clara Barton, fundadora da Cruz Vermelha.



O NUBLADO PLANETA VÊNUS
Grossas camadas de nuvens encobrem por completo o céu do planeta. Ventos furiosos varrem as nuvens para oeste, na mesma direção – porém mais rapidamente – que a rotação do planeta. Elas circulam o planeta a cada quatro dias. Sondas espaciais revelaram que sob as nuvens há um mundo soturno e sufocante.

DADOS DE VÊNUS

DIÂMETRO 12.104km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
108,2 milhões km

PERÍODO ORBITAL 224,7 dias terrestres

dióxido de carbono (96,5%)

nitrogênio e traços de outros gases (3,5%)

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA
A atmosfera de Vênus é rica em dióxido de carbono, com pouca quantidade de nitrogênio e traços de outros gases como vapor d'água, dióxido sulfúrico e argônio.

PERÍODO DE ROTAÇÃO 243 dias terrestres

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE
464°C

NÚMERO DE SATÉLITES Zero

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

MISSÕES A VÊNUS

Nos últimos 50 anos mais de 20 sondas espaciais sobrevoaram Vênus, orbitaram-no ou ali pousaram. As aterrissadoras tiveram de sobreviver a nuvens corrosivas, calor infernal e forte pressão (90 vezes a da Terra) na superfície. As espaçonaves Magellan (1990-94) e Venus Express (2006 em diante) orbitaram o planeta e mapearam toda a superfície usando radar e infravermelho. Venus Express também estuda a espessa atmosfera do planeta.

SONDA SOVIÉTICA VENERA

A OBSERVAÇÃO DE VÊNUS

Vênus brilha muito no céu da Terra por causa de sua camada superior refletora de nuvens e por estar próximo de nós. Em seu brilho máximo, Vênus tem magnitude -4,7, assim só o Sol e a Lua o ultrapassam. Passa por ciclo de fases como a Lua. Quando próximo da Terra, só parte da face voltada para nós é iluminada. Vênus é mais bem visto em elongação máxima; ou no céu vespertino, após o pôr do sol, quando está se encolhendo da meia fase para crescente, ou de manhã, antes do nascer do sol, quando passa do crescente para a meia fase.

VÊNUS VISTO DA TERRA
É fácil reconhecer Vênus a olho nu. Sua luminosa presença no início ou no fim do dia valeu-lhe os nomes de Estrela D'Alva e Estrela da Tarde. Seu brilho e tamanho aparente variam com o tempo.

Terra

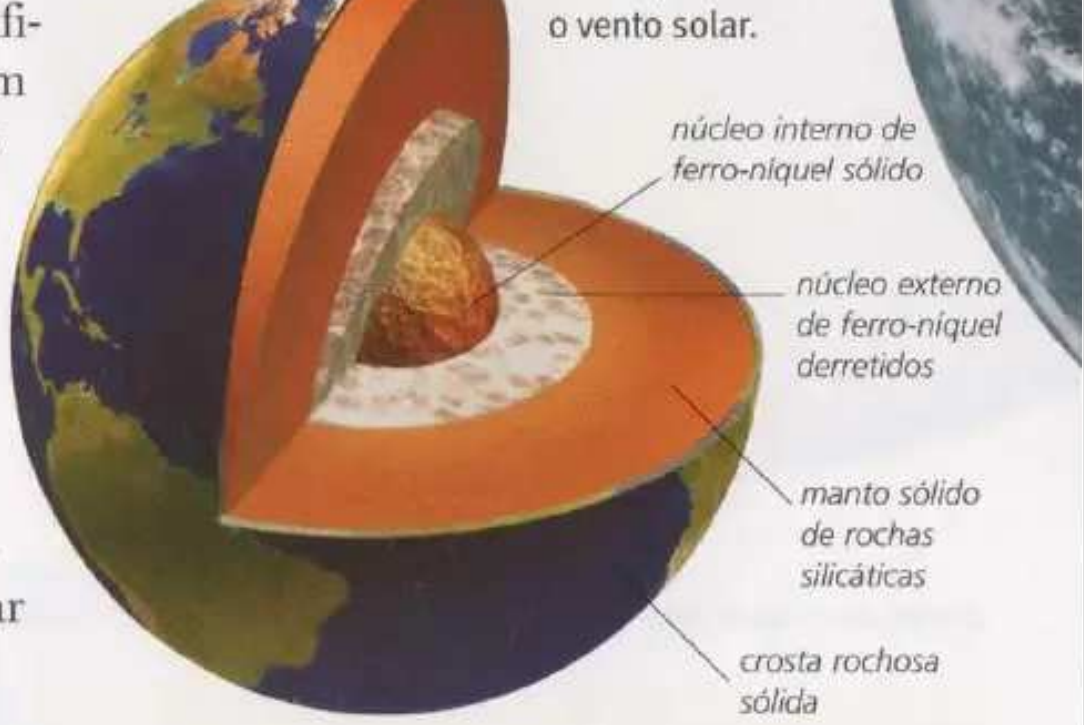
O maior dos quatro planetas rochosos, a Terra é o único em que se sabe haver vida. Um mundo dinâmico, diferente de qualquer outro, abundante de água em estado líquido e com a superfície em constante mudança. Sua única companheira no espaço é a estéril Lua.

ESTRUTURA

A Terra formou-se há cerca de 4,6 bilhões de anos. Desde então seu material diferenciou-se em camadas. O

O INTERIOR DO PLANETA
Movimentos no núcleo externo, impelidos em parte pela rotação da Terra, produzem um campo magnético que deflete

núcleo central, quente e denso, solidificou-se e consiste em ferro, com algum níquel. Acima há um manto rochoso sólido e depois uma fina crosta feita de tipos diferentes de rochas e minerais, onde predominam as rochas silicáticas. Essa crosta se quebra em sete grandes placas sólidas e algumas menores. Elas flutuam num manto subjacente parcialmente derretido. Continentes, oceanos e o ar da Terra sustentam a vida.



MOLDADO POR ÁGUA
O Tigre, um tributário do Amazonas – o maior rio da Terra –, atravessa a floresta tropical peruana. O Amazonas transporta mais água a cada ano que qualquer outro rio. Água, vento e formas de vida moldaram a superfície da Terra em vários níveis.

ASPECTOS DA SUPERFÍCIE

A crosta da Terra varia em espessura; as partes mais espessas formam as sete grandes massas de terra continentais. O resto da crosta, que corresponde a mais de 70% da superfície da Terra e é em geral mais fina, é coberta por água. Quase toda a água está em estado líquido e compõe cinco vastos oceanos. Apenas 2% está na forma de gelo, nas calotas em torno dos Polos Norte e Sul. As placas da crosta terrestre se aproximam e se afastam umas das outras e em seus limites geram cadeias de montanhas, fossas marinhas profundas e vulcões.

PLANETA VIVO
O vulcão Arenal na Costa Rica é um dos muitos ao longo do Anel de Fogo. O anel é um arco de atividade vulcânica e de terremotos formado por placas em colisão. Estende-se em torno da orla do oceano Pacífico.

DADOS DA TERRA

DIÂMETRO	12.756km
DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL	149,6 milhões km
PER. ORBITAL	365,26 dias terrestres
PERÍODO DE ROTAÇÃO	23,93 horas
TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE	15°C

NÚMERO DE SATÉLITES 1

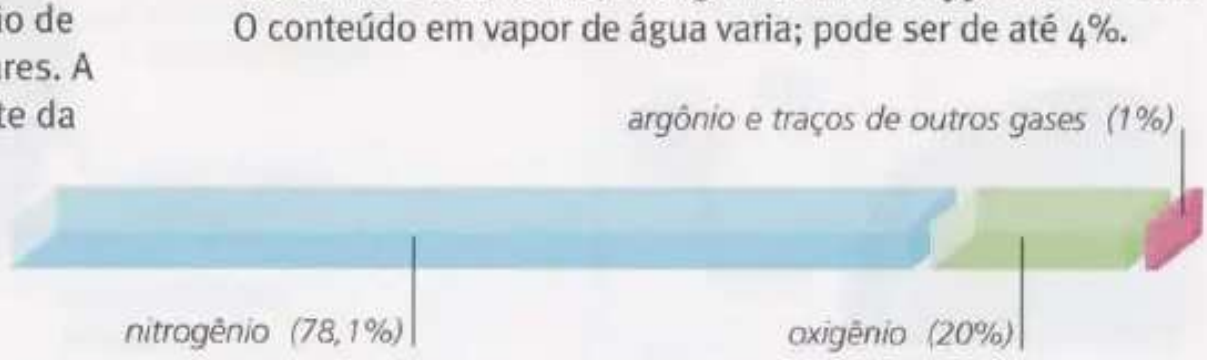
O PLANETA AZUL
Vista do espaço, a Terra se mostra coberta por água em sua maior parte. A água se move também constantemente entre a superfície e a atmosfera, formando nuvens brancas de vapor de água. Florestas cobrem um terço do solo.

ATMOSFERA E TEMPO
Uma camada de gás rica em nitrogênio e oxigênio envolve a Terra. O oxigênio sustenta a vida e no alto da atmosfera forma ozônio, que atua como um escudo contra a radiação solar. A atmosfera estende-se por cerca de 500km acima da superfície, mas sua maior parte está a menos de 16km do planeta e é aí que as condições meteorológicas ocorrem. O Sol aquece a Terra desigualmente, produzindo variações na pressão do ar. Isso provoca os ventos, que impelem o ar e a umidade sobre o planeta.

ENVISAT
Os cientistas usam espaçonaves em órbita para monitorar a Terra e estudar outros planetas. O Envisat (acima) é o maior satélite de observação já construído.

AURORA BOREAL
A entrada de partículas de vento solar na atmosfera superior da Terra pode produzir aparições espetaculares no céu noturno. As luzes coloridas resultam da interação de gás atmosférico com partículas solares. A Aurora Boreal pode ser vista ao norte da latitude 50°N. Luzes similares no céu do sul são conhecidas como Aurora Austral.

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA
A atmosfera é dominada por nitrogênio. Com o segundo elemento mais abundante, o oxigênio, constitui 99% do ar seco. O conteúdo em vapor de água varia; pode ser de até 4%.



Lua

A Lua é uma bola de rocha fria, seca e sem vida com uma atmosfera rarefeita. Cinzenta e coberta de crateras, é o quinto maior satélite no Sistema Solar. Grande em nosso céu, foi um dos primeiros alvos da exploração espacial. É o único mundo exterior que o ser humano visitou

espacial. É o único mundo exterior que o ser humano visitou.

ESTRUTURA E ATMOSFERA

A Lua tem uma camada externa de rocha semelhante a granito, rica em cálcio, de cerca de 48km de espessura na face visível e 74km na oculta. Abaixo há um manto rochoso rico em silício, parcialmente derretido em maior profundidade. Pode haver um pequeno núcleo de ferro no centro. A atmosfera é muito tênue. No total, é equivalente à quantidade de gás liberada por uma nave *Apollo* ao pousar. A gravidade da Lua, um sexto da que temos na Terra, não consegue reter a atmosfera, mas é reabastecida por material de vento solar.

TERMINADOURO
O hemisfério esquerdo da Lua está iluminado pelo Sol. O limite entre ele e o hemisfério não iluminado é chamado terminadouro. Ali as sombras são mais longas e as formações da superfície, como as crateras, mais visíveis.

LUA CHEIA
A Lua está toda iluminada, mas a forte luz solar direta ofusca algumas de suas características de superfície.

DADOS DA LUA

DIÂMETRO 3,475km

DISTÂNCIA MÉDIA DA TERRA 384,400km

PER. DE ROTAÇÃO 27,32 dias terrest.

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE -150 a 120°C

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

INTERIOR
A Lua tem cerca de um quarto do tamanho da Terra e sua crosta superior é rachada. Abaixo há crosta sólida e, sob esta, um manto rochoso. Sua densidade média indica que pode ter um pequeno núcleo de ferro.

FORMAÇÃO DA LUA

Segundo a maioria dos astrônomos, a Lua formou-se quando um asteroide do

tamanho de Marte colidiu com a Terra há 4,5 bilhões de anos. Rocha fundida dos dois corpos foi jogada no espaço, formando um anel de material em torno da jovem Terra. Com o tempo, o material se aglomerou, dando origem a um novo grande corpo – a jovem Lua, que esfriou, se solidificou e adquiriu uma crosta de superfície.

1 COLISÃO COM UM ASTEROIDE
Um asteroide colide com a jovem Terra, golpeando-a de lado. Material é expelido do manto.

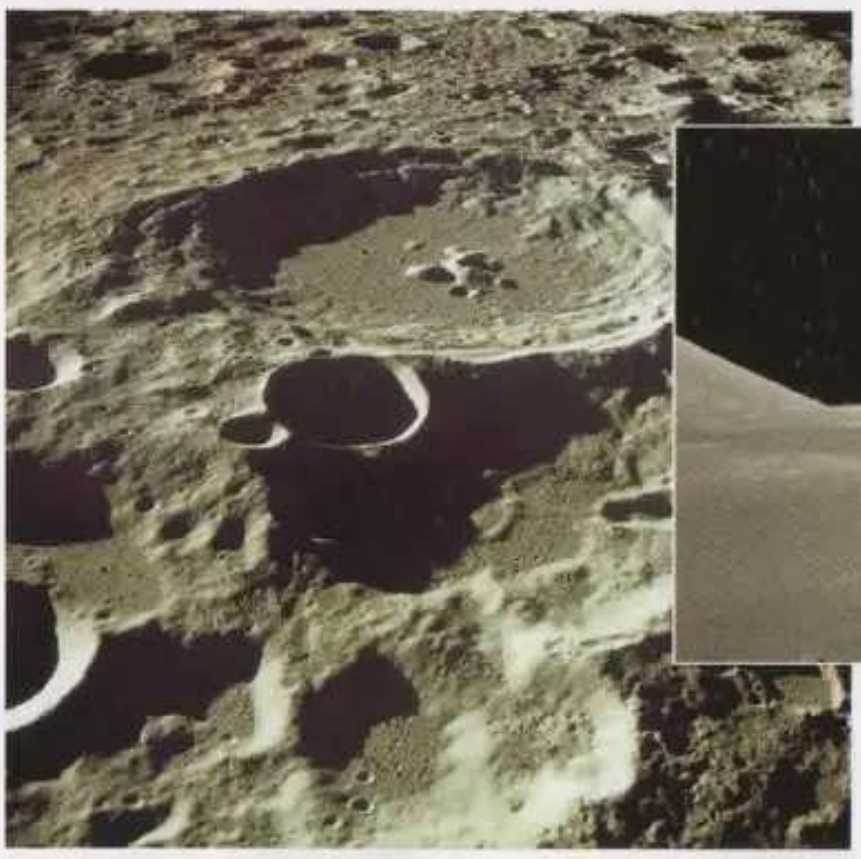
2 FORMA-SE GRANDE NUVEM
Os escombros criam uma grande nuvem de gás, poeira e rocha que logo começa a esfriar.

3 ANEL DE ESCOMBROS
A maior parte dos escombros entra em órbita em torno da jovem Terra, formando um denso anel em forma de rosca.

4 NASCE A LUA
Os fragmentos colidem e formam um único grande corpo, a jovem Lua, que suga o material restante.

A SUPERFÍCIE DA LUA

Há cerca de 4 bilhões de anos, a jovem Lua foi bombardeada por asteroides que abriram crateras em toda a sua superfície. O impacto das rochas fez também montanhas se erguerem. Com o tempo, lava do interior da Lua infiltrou-se pelas rachaduras da superfície e inundou as crateras. A atividade geológica cessou há muito e, sem erosão causada por vento ou água, a paisagem pouco mudou em 2 bilhões de anos. Hoje a Lua é um mundo morto coberto por uma manta porosa de pedregulhos. Como micrometeoritos ainda a bombardeiam, as pegadas dos astronautas acabarão sendo apagadas.



CRATERAS DE IMPACTO
As crateras de impacto variam de buracos em forma de tigela com menos de 10km de diâmetro àquelas com mais de 150km cheias de lava solidificada. As de tamanho médio têm paredes externas e picos.

PLANÍCIES ABERTAS
Enchendo a superfície das maiores crateras, a lava produziu planícies escuras e achatadas. Observadas da Terra, elas parecem mares e foram chamadas *maria* (plural da palavra latina para mar, *mare*)

POEIRA FINA
O solo lunar, chamado regolito, é feito de rocha fragmentado, de granulação fina. Parece poeira na superfície, mas os grãos aumentam com a profundidade. As botas dos astronautas deixaram pegadas nítidas.

A PARCERIA TERRA–LUA

A Lua leva 27,3 dias para completar uma órbita elíptica ao redor da Terra. À medida que ela se move, a Terra gira em torno do Sol. A Lua leva 29,5 dias para retornar à mesma posição relativa ao Sol no céu da Terra e completa seu ciclo em fases. Sua gravidade atrai a Terra, fazendo os oceanos dos dois lados do planeta se abaularem, produzindo as marés. Como as forças de maré tornam a rotação da Terra mais lenta, a Lua está se afastando da Terra cerca de 3cm por ano.

ROTAÇÃO SÍNCRONA

A Lua gira em torno de si mesma uma vez a cada 27,3 dias, o mesmo tempo que leva para orbitar a Terra. Em consequência dessa sincronização de rotação e órbita, ela mantém a mesma face, chamada face visível (assinalada aqui com um ponto vermelho), voltada para a Terra.

ABAULAMENTO DE MARÉ

Dois abaulamentos em oceanos da Terra (exagerados aqui) são criados pela interação gravitacional da Terra e da Lua. À medida que a Terra gira, os abaulamentos de água se deslocam por sua superfície, criando mudanças no nível dos mares – marés altas e baixas.

MARÉ BAIXA EM OREGON, EUA
A hora da maré alta depende da posição da Lua no céu. A altura muda durante o ciclo lunar.

FASES DA LUA

O Sol sempre ilumina uma metade da Lua, assim como ilumina uma metade da Terra. A metade iluminada muda à medida que a Lua gira e se desloca em sua órbita. Só uma face da Lua pode ser vista da Terra. Esta permanece por vezes inteiramente iluminada, parcialmente ou não iluminada, dando a impressão de formas diferentes, conhecidas como as suas fases. Um ciclo completo de fases dura 29,5 dias.

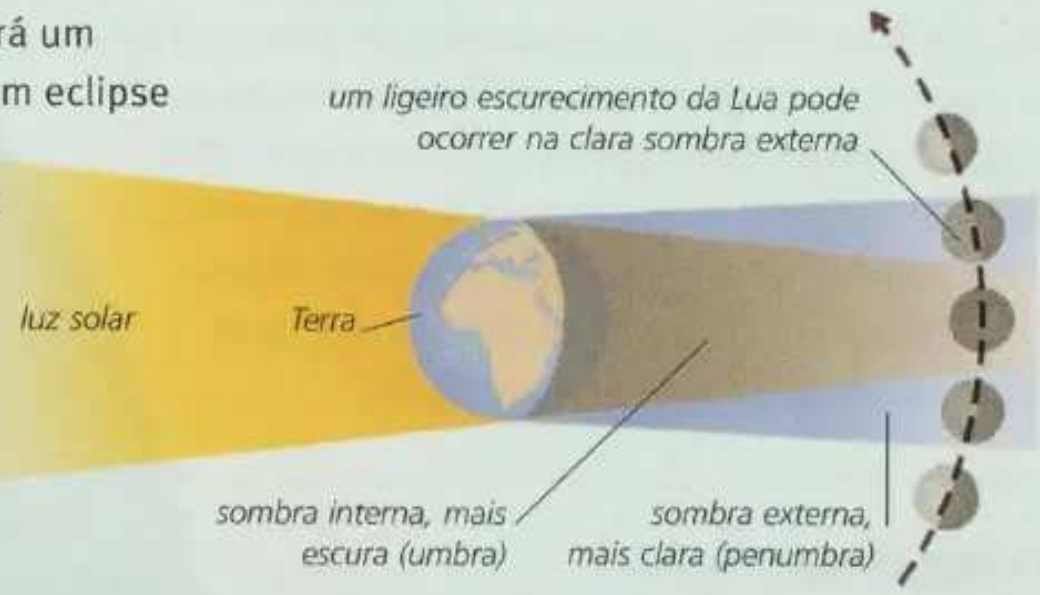
VISÕES CAMBIANTES
Quando a Lua está entre a Terra e o Sol, a face voltada para a Terra não é iluminada (Lua nova). À medida que a Lua se move, a parte que vemos da área iluminada cresce até tomar toda a face visível (Lua cheia) e depois diminui até desaparecer.

ECLIPSES LUNARES

Quando o Sol, a Terra e a Lua estão alinhados, pode ocorrer um eclipse lunar. A Lua pode entrar na sombra projetada pela Terra. Se ficar inteiramente na sombra, será um eclipse total; se ficar só em parte, um eclipse parcial. Um eclipse é visível de qualquer parte da Terra desde que a Lua esteja acima do horizonte.

COMO OCORREM ECLIPSES LUNARES

A Terra bloqueia a luz do Sol e projeta uma sombra no espaço. A Lua se move para a sombra. A parte mais escura, totalmente eclipsada, pode parecer avermelhada quando a luz solar é desviada para a sombra pela atmosfera da Terra. Eclipses da Lua ocorrem até três vezes por ano.



COMEÇO DO ECLIPSE
A Lua moveu-se para a sombra da Terra; parte de seu disco é obscurecida.

LUA VERMELHA
À medida que a Lua avança na sombra da Terra, sua face fica rosada.

MAIS DE MEIO CAMINHO
A Terra bloqueia a luz da maior parte da Lua. A parte iluminada brilha intensamente.

PERTO DA TOTALIDADE
O eclipse é quase total. Afora uma fímbria iluminada, a Lua está na sombra da Terra.

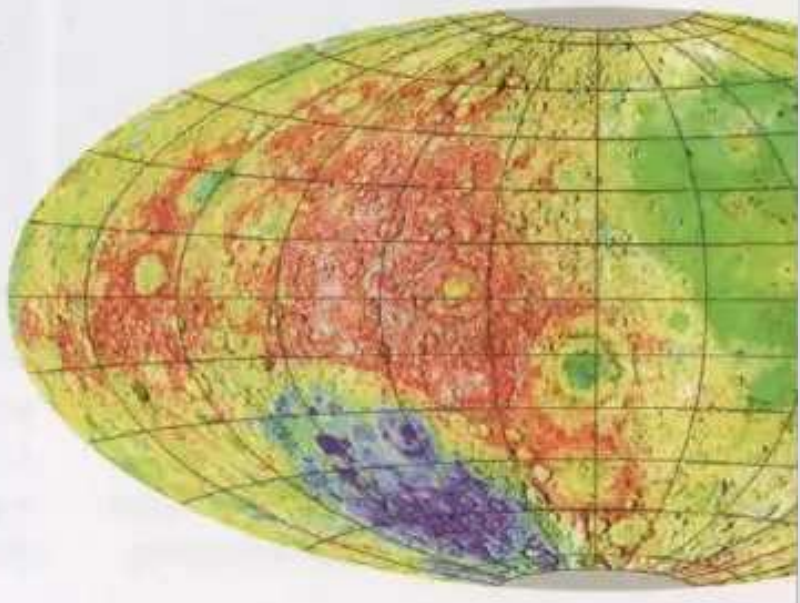
O HOMEM NA LUA
Doze homens de seis diferentes missões espaciais Apollo andaram pela Lua entre julho de 1969 e dezembro de 1972. Coletaram mais de 380kg de rochas e solo lunar de seis diferentes locais.

MISSÕES À LUA

Mais de 60 espaçonaves foram à Lua. A maioria foi lançada entre 1959 e 1969, quando os EUA e a URSS se preparavam para enviar um homem ao satélite. Esse objetivo foi realizado pelos EUA em 1969 (ver p.28-9). Mais ou menos na mesma ocasião, sondas soviéticas trouxeram amostras do solo da Lua e duas naves robóticas, Lunokhods 1 e 2, rodaram pela sua superfície. Nenhuma outra nave foi enviada até a década de 90. Agora, mais sondas, que estudam a Lua de uma órbita lunar, operam ou estão planejadas.

SMART-1
A Smart-1 da Agência Espacial Europeia foi a primeira nave europeia enviada à Lua. Lançada em setembro de 2003, uma de suas missões é fazer um inventário de elementos químicos na superfície lunar.

TOPOGRAFIA LUNAR
Medidas precisas da altura da superfície foram feitas pela sonda Clementine, em 1994. Neste mapa, feito com seus dados, azul é baixo, verde é médio e vermelho é alto. O lado oculto da Lua está à esquerda.

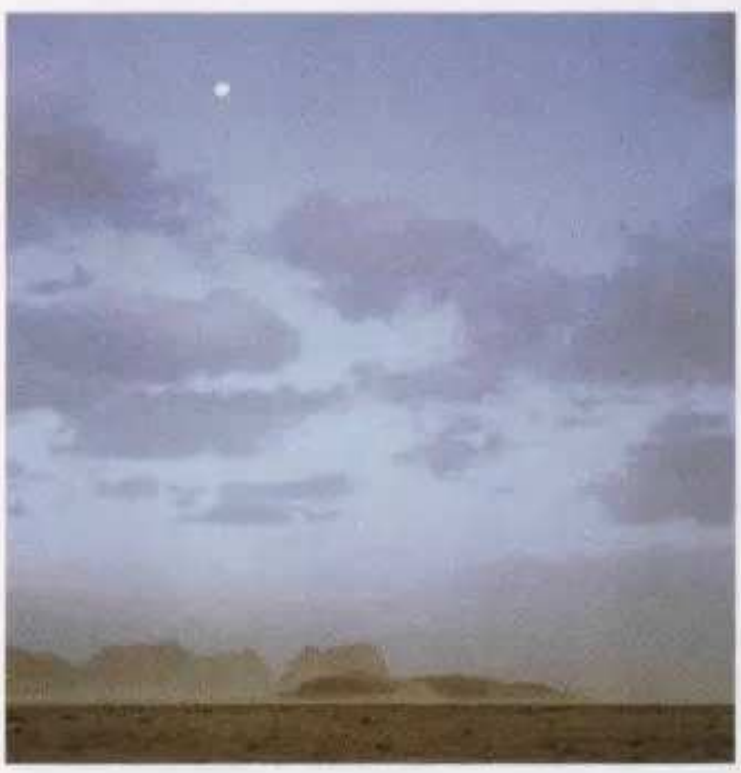


O MAPEAMENTO DA LUA

Desde que olhou para o céu, o homem observa a Lua. Seu disco todo brilhante iluminava as horas escuras da noite para os primeiros homens e as mudanças de sua face e seu movimento marcavam a passagem do tempo. No séc.XVII o telescópio foi apontado para a Lua e os primeiros mapas lunares foram traçados. O primeiro atlas fotográfico apareceu em 1897. Décadas depois, a era espacial nos permitiu ver o lado oculto e observar mais detalhes. Em 1966-67, cinco sondas Lunar Orbiter mapearam 99% de sua superfície.

A OBSERVAÇÃO DA LUA

A Lua, que brilha refletindo a luz solar, pode ser facilmente reconhecida no céu da Terra. Só passa despercebida perto da Lua nova, quando sua face visível não está iluminada, e mesmo assim, porém, pode receber alguma luz refletida da Terra. A Lua está tão próxima e é tão clara que podemos ver detalhes seus. Dois tipos de terreno são claramente visíveis: as planícies grandes e escuras (*mares*) e as regiões montanhosas mais claras, cheias de crateras.



VISÍVEL DE DIA
Em certas épocas do mês, a Lua pode ser vista no céu durante o dia. Não se destaca tanto contra o pano de fundo mais luminoso, mas é possível discernir as manchas mais escuras e mais claras em sua superfície.

VISTA A OLHO NU
A Lua é facilmente vista e se move com muita rapidez. Traços

VISTA COM BINÓCULO
A Lua ainda é um disco inteiro, mas a imagem é maior e mais

VISTA COM TELESCÓPIO
Agora se vê uma porção do disco. Inúmeras crateras e diferentes

MONTES JURA
Esta cadeia de montanhas é parte da região montanhosa que forma a fronteira norte de uma planície vasta e chata, o mar das Chuvas.

COPÉRNICO
É uma cratera de raios com 93km de diâmetro, cercada por raios claros de material dela ejetado. A Lunar Orbiter 2 captou esta imagem em 1966.

THEOPHILUS
Altos muros cercam esta cratera de impacto (no alto à direita). Rochas que ricochetearam após o impacto formaram suas montanhas centrais.

O LADO VISÍVEL
A face da Lua voltada para a Terra tem uma crosta mais fina e um terreno mais baixo que o lado oposto. Magma vulcânico cobriu essa superfície mais rapidamente, por isso há mais planícies escuras e menos crateras.

PTOLOMAEUS

O LADO OCULTO
O lado oposto ao que vemos na Terra só foi observado diretamente por poucos astronautas. Imagens de espaçonaves são a única outra maneira de vê-lo. A primeira dessas imagens foi captada em 7.10.1959 pela

Esta cratera com 164km de diâmetro é visível com binóculo. Nesta imagem de telescópio vê-se o solo coberto de lava e algumas crateras menores, mais novas.

sonda Luna 3. O lado oculto é completamente pontilhado por crateras e não tem grandes *mares*.

Marte

O planeta enferrujado é o quarto a partir do Sol, e tem cerca da metade do tamanho da Terra. Vulcões gigantescos, falhas profundas, planícies salpicadas de rochas e leitos de rio secos marcam a superfície. Como a Terra, tem calotas polares de gelo e estações.

ESTRUTURA E ATMOSFERA

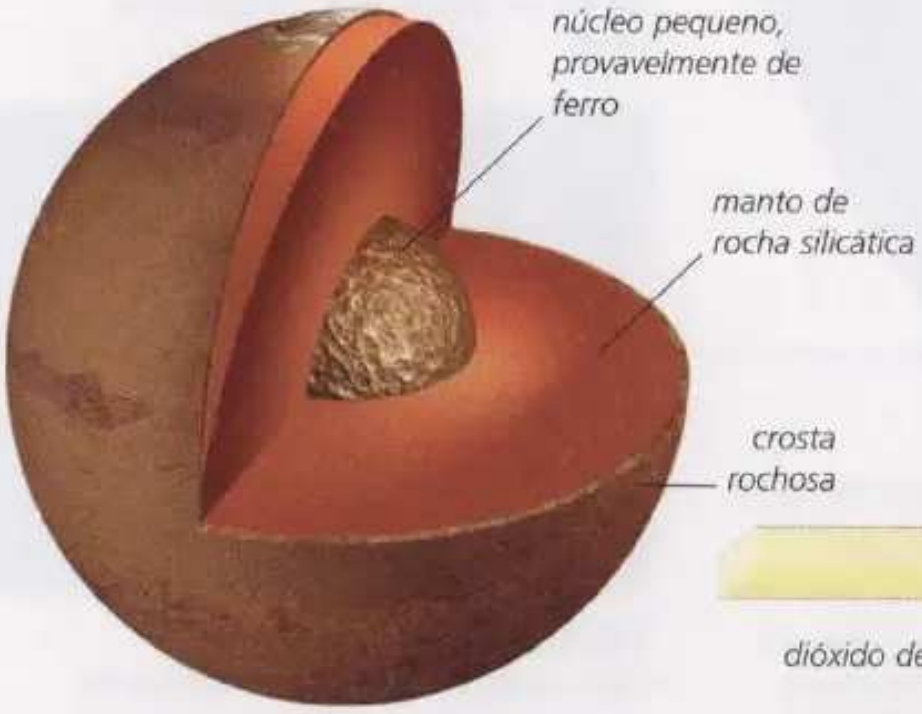
Essa bola de rocha e metal é o planeta rochoso mais exterior. Quando era jovem e derretido, seu material se diferenciou em um núcleo e camadas. O ferro pesado afundou no centro e as rochas silicáticas mais leves formaram um manto em torno do núcleo metálico. O material menos denso formou a crosta. Marte começou então a se solidificar de fora para dentro.

É provável que o núcleo já esteja sólido, pois o tamanho relativamente pequeno do planeta e a distância a que está do Sol sugerem que esfriou mais que o núcleo da Terra.

Marte leva quase dois anos terrestres para orbitar o Sol. Seu eixo de rotação é inclinado em 25,2° para o plano de sua órbita e, como a Terra, tem estações e um dia que dura cerca de 24 horas. Sua órbita é mais excêntrica que a da Terra; há uma diferença de cerca de 42 milhões km entre sua menor e sua maior distância do Sol. Quando próximo, recebe 45% mais radiação solar, elevando a temperatura superficial.

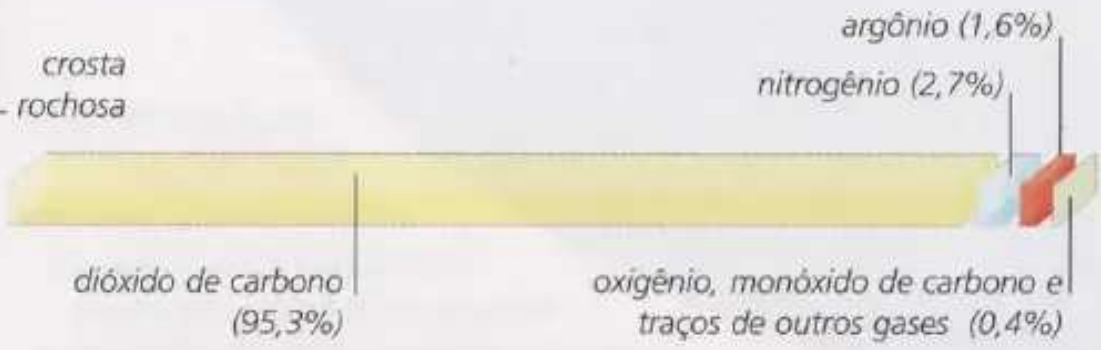
O INTERIOR DO PLANETA

Espesso manto de rocha silicática sólida envolve um pequeno núcleo metálico, provavelmente de ferro. No passado o manto foi uma fonte de atividade vulcânica. Acima dele há uma crosta rochosa de apenas 10km de profundidade.



COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

Uma atmosfera fina, rica em dióxido de carbono, envolve o planeta. Partículas de poeira de óxido de ferro suspensas na atmosfera colorem-na de rosa. Dióxido de carbono congelado e gelo de água formam finas nuvens.



TERRENO MARCIANO

O vermelho característico do terreno vem do óxido de ferro (ferrugem) nas rochas e no solo. O veículo explorador Spirit fotografou este afloramento rochoso perto da cratera Gusev em 2004.

DADOS MARCIANOS

DIÂMETRO 6.792km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL 227,9 milhões km

PER. ORBITAL 687 dias terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 24,62 horas

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE -125°C a 25°C

NÚMERO DE SATÉLITES 2

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

O PLANETA VERMELHO
O sistema de cânions vale Marineris entalha o centro do disco de Marte. As três manchas escuras circulares em seu braço esquerdo são vulcões tipo escudo gigantescos na montanha Tharsis.

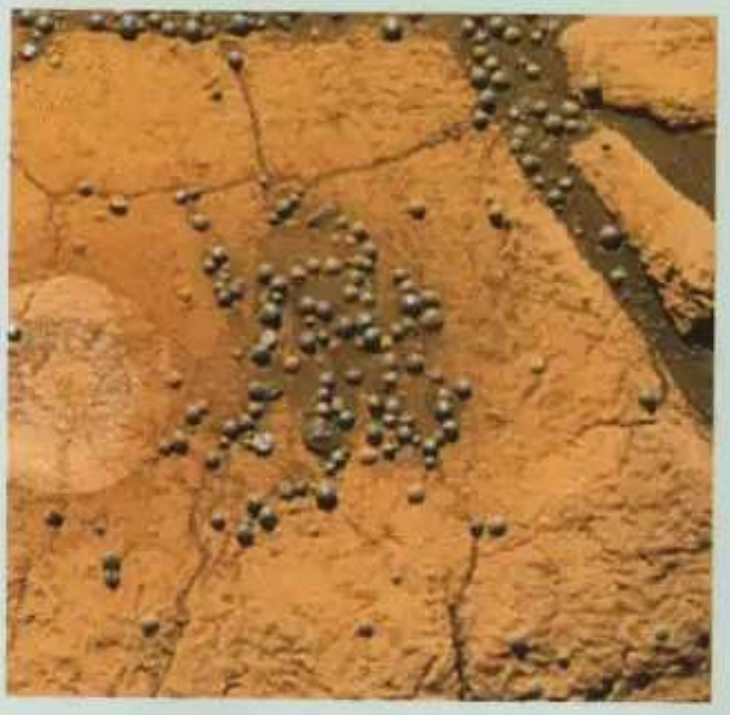
CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE

Grande parte do hemisfério norte de Marte é coberta por planícies vulcânicas baixas relativamente lisas. O terreno do hemisfério sul é mais velho e de montanhas cobertas de crateras. As principais formações da superfície de Marte encontram-se numa faixa a cerca de 60° centrada no equador. O traço mais notável é o vale Marineris, um complexo sistema de cânions de mais de 4 mil km de comprimento. Os cânions formaram-se há cerca de 3,5 bilhões de anos, quando forças internas no jovem planeta fenderam sua superfície. Desde então se alargaram e aprofundaram, erodidos pela água e pelo vento, ou por colapso. Forças internas formaram também áreas elevadas como a montanha Tharsis. O monte Olympus e outros grandes vulcões tipo escudo, formados por sucessivos fluxos de lava, dominam essa região.

MONTE OLYMPUS
A grande caldeira no topo do monte Olympus é cercada por fluxos de lava. Com 24km de altura, este vulcão gigantesco é o maior e o mais alto do Sistema Solar.

DESFILADEIRO OPHIR
Cânion de 317km de comprimento na região central do vale Marineris. O solo do vale é coberto por material que desabou das paredes do cânion.

VIDA EXTRATERRESTRE



Por muito tempo pensou-se que Marte talvez abrigasse vida. Hoje sabemos que a água em estado líquido, ingrediente essencial para a vida, teve grande papel no seu passado. Sondas espaciais procuraram sinais de vida em sua superfície e supõe-se que um meteorito marciano na Terra tinha fósseis de organismos vivos. Desde 2004, os veículos exploradores Spirit e Opportunity procuram pistas de como era Marte quando tinha água em estado líquido.

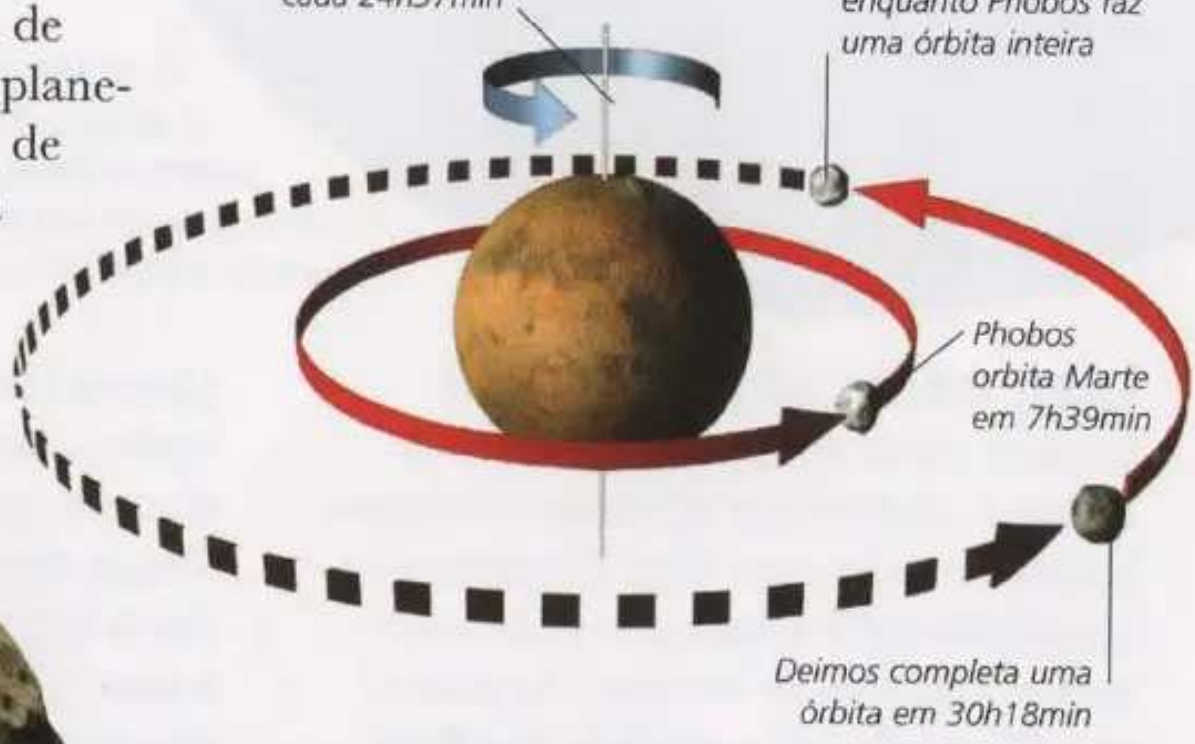
SEIXOS DE HEMATITA
O Opportunity encontrou seixos ricos em hematita em Marte. Na Terra, esse mineral rico em ferro se forma quase sempre na presença de água em estado líquido.

PHOBOS E DEIMOS

Marte tem dois pequenos satélites. O maior, Phobos, tem 26,8km de diâmetro e está a 9.380km do planeta. Deimos, com apenas 15km de diâmetro, está a uma distância duas vezes e meia maior. Acredita-se que esses corpos escuros e rochosos são asteroides capturados pela gravidade do jovem Marte.

DEIMOS

PHOBOS



A ÓRBITA DOS SATÉLITES
Os dois satélites seguem órbitas quase circulares em torno do equador de Marte. Phobos está tão próximo e orbita tão rápido que se levanta e se põe três vezes em cada dia marciano.

ÁGUA EM MARTE

Hoje, Marte é um planeta gelado em que pode haver água na forma de gelo ou vapor, formando névoas, nevoeiros e geada. Não há água em

estado líquido, embora vales de rios secos e antigas planícies de inundação atestem que outrora ela fluiu pelo planeta. Isso foi de 3 a 4 bilhões de anos atrás, quando era mais quente. Parte dessa água está hoje na forma de gelo nas calotas polares.

GELO POLAR
Em 2005, a Mars Express captou a imagem deste círculo de gelo de água (cerca de 12km de diâmetro) no fundo de uma cratera sem nome, não muito longe da calota polar norte de Marte.

A OBSERVAÇÃO DE MARTE

Com magnitude média de cerca de -2,0, Marte é um dos planetas mais fáceis de se ver a olho nu. Está no céu da Terra na maior parte do ano, mas é mais bem observado em oposição, quando está mais perto da Terra e parece maior e mais brilhante, o que ocorre a cada dois anos e dois meses. Em algumas oposições, a intervalos de 15 ou 17 anos, a órbita elíptica de Marte o torna próximo.

VISÃO A OLHO NU
Qualquer pessoa com vista boa pode ver Marte a olho nu. Ele aparece como uma estrela brilhante, mas sua forma de disco e seu colorido vermelho o distinguem do pano de fundo de estrelas. Traços como as calotas polares brancas, tempestades de poeira e nuvens brancas sobre o monte Olympus podem ser vistos com auxílio óptico.

MARTE COM BINÓCULO
Pode-se ver claramente a forma de disco, mas características da superfície ainda não são visíveis.

COM UM TELESCÓPIO PEQUENO
A cor ferrugem e alguns traços da superfície, entre os quais as calotas polares brancas, emergem.

COM UM TELESCÓPIO GRANDE
Marcas claras e escuras ficam nítidas e a inclinação de Marte fica patente a partir do polo visível.

MISSÕES A MARTE

Sondas espaciais foram enviadas a Marte desde o início da década de 60. Mais de 30 naves tiveram sucesso. Sobrevoaram Marte, orbitaram-no, pousaram e rodaram sobre

ele. Elas nos deram as primeiras imagens em close-up do planeta e, em 1976, as Viking 1 e 2 pousaram nele. Captaram imagens de seus locais de pouso, estudaram a atmosfera, analisaram amostras da superfície e procuraram sinais de vida, embora sem encontrá-los.

Na década de 90, sondas orbitais, notavelmente a Mars Global Surveyor e a Mars Express, examinaram o planeta e veículos exploraram sua superfície. Primeiro foi o Sojourner, da missão Mars Pathfinder, depois dois veículos da Mars Exploration. A mais recente sonda orbital, Mars Reconnaissance, começou seu exame em 2006.

A EXPLORAÇÃO DA SUPERFÍCIE
Em janeiro de 2004, dois veículos exploradores idênticos da missão Mars Exploration, Spirit e Opportunity, desceram em lados opostos do planeta. Eles analisam rochas *in situ* e buscam sinais de água no passado.

PROVAS DE UM PASSADO LÍQUIDO
Há muito os astrônomos procuram sinais de água em estado líquido em Marte. Embora hoje não haja qualquer sinal de água, há provas de que ela fluiu pela superfície do planeta no passado. Os traços mostrados aqui são bem parecidos com os vales de rios da Terra.

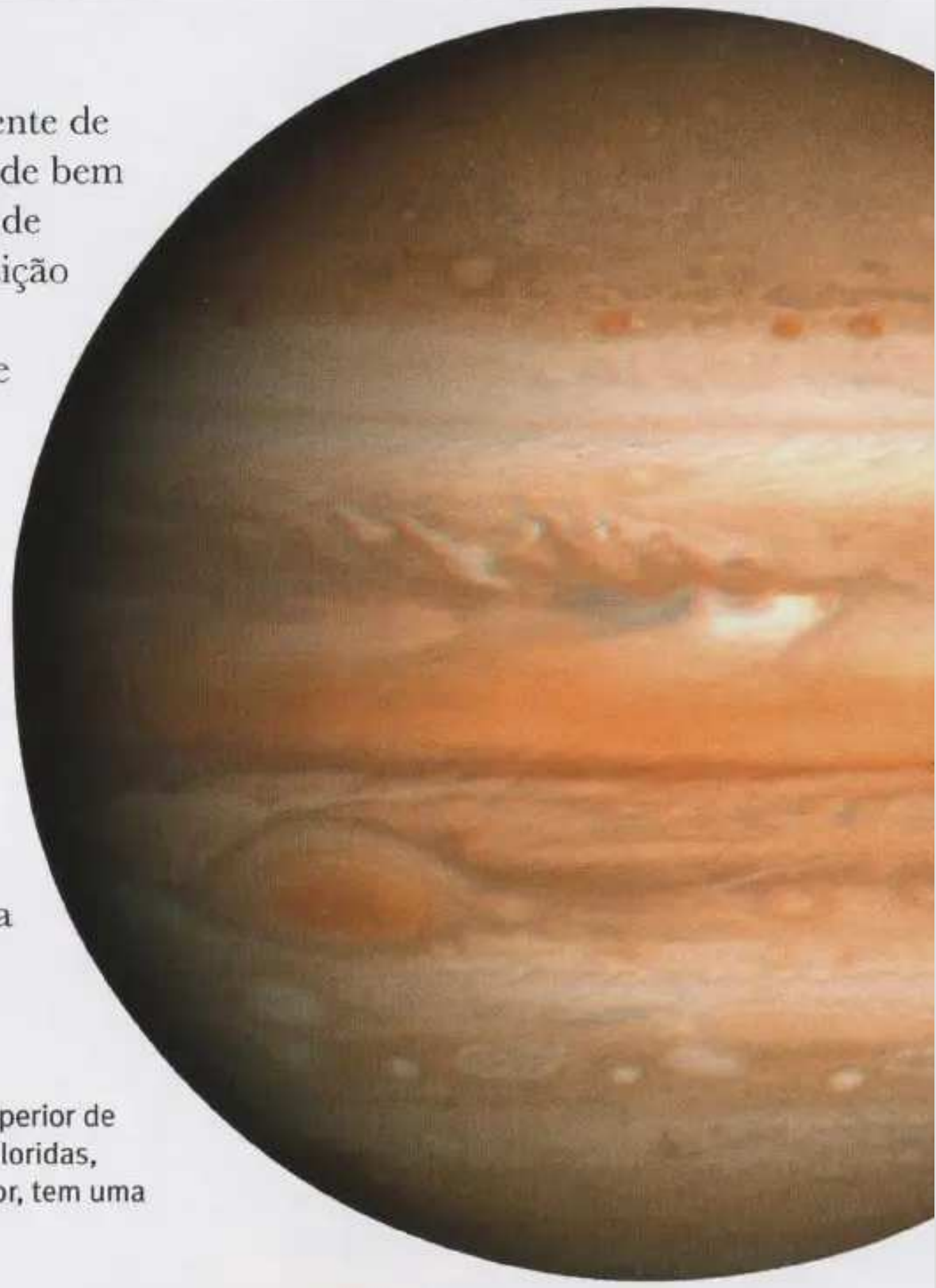
Júpiter

Júpiter é enorme; sua massa é 2,5 vezes a massa de todos os outros planetas combinados. Não tem uma superfície sólida e ao olhá-lo o que

vemos é a camada superior de sua densa atmosfera. Envolto por um fino e pouco luminoso sistema de anéis, tem a maior família de satélites.

ESTRUTURA

Júpiter é feito predominantemente de hidrogênio, com uma quantidade bem menor de hélio. A abundância de hidrogênio lhe dá uma composição mais parecida com a do Sol do que com os demais planetas. Se contivesse cerca de 50 vezes mais hidrogênio, teria se tornado uma estrela. O hidrogênio é gasoso na camada mais externa do planeta, sua atmosfera e seu estado mudam com a profundidade, à medida que a densidade, a pressão e a temperatura se elevam. Tem um núcleo sólido com cerca de dez vezes a massa da Terra.



O GIGANTE DE GÁS
A superfície visível de Júpiter – a face superior de sua atmosfera – é marcada por faixas coloridas, nuvens e tempestades. Gélido no exterior, tem uma temperatura de 30 mil °C no seu núcleo.

DADOS DE JÚPITER

DIÂMETRO 142.984km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
778,4 milhões km

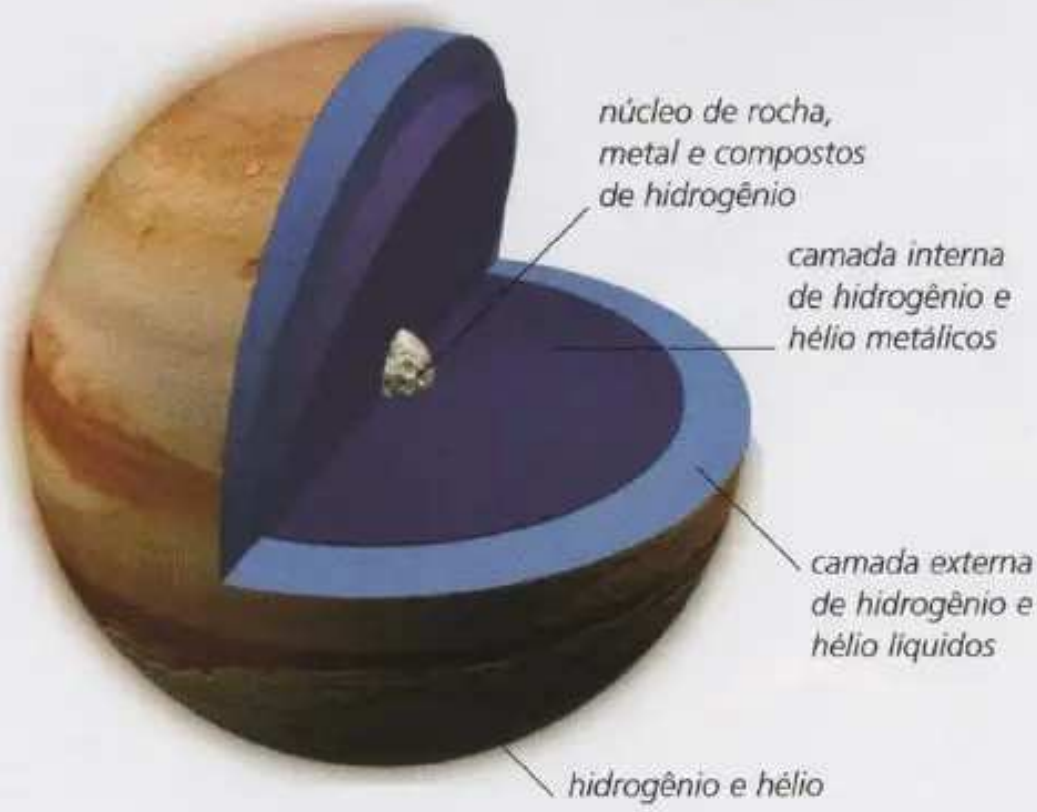
PERÍODO ORBITAL 11,86 anos terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 9,93 horas

TEMPERATURA NA COBERTA DE NUVENS
-110°C

NÚMERO DE SATÉLITES 64

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

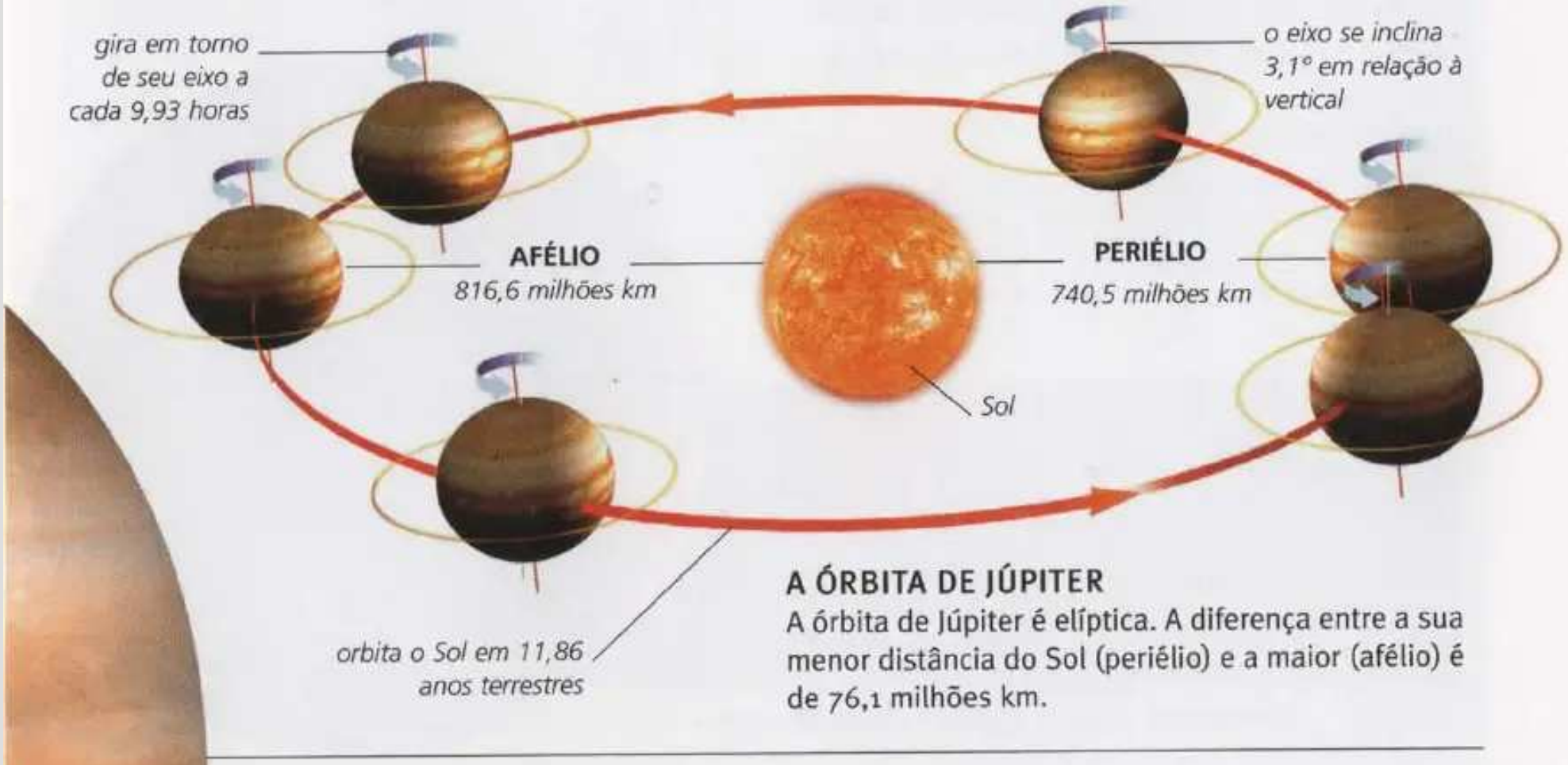


O INTERIOR DO PLANETA
Júpiter tem uma estrutura em camadas, mas sem limites rígidos entre elas. A camada externa é sua rica atmosfera de hidrogênio de 1.000km. Abaixo, o hidrogênio porta-se como um líquido; em profundidade ainda maior, é compacto e porta-se como metal fundido.

ÓRBITA E ROTAÇÃO DO PLANETA

com inclinação de apenas 3,1°. É o pla-

Júpiter está a uma distância média de cerca de 778 milhões km do Sol. Seu eixo é quase perpendicular à sua órbita, neta de rotação mais rápida; material é lançado para fora, fazendo-o abaular-se no equador.

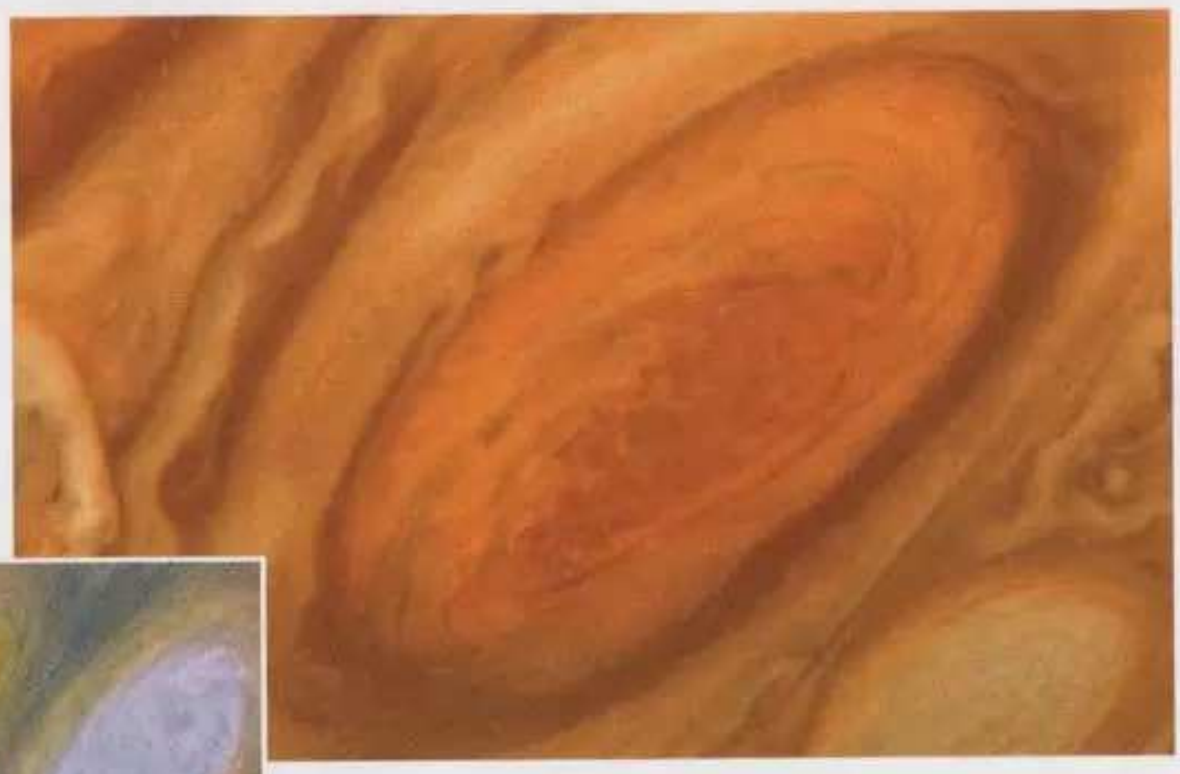


A ÓRBITA DE JÚPITER
A órbita de Júpiter é elíptica. A diferença entre a sua menor distância do Sol (periélio) e a maior (afélio) é de 76,1 milhões km.

ATMOSFERA E CLIMA

A rápida rotação de Júpiter e o calor que vem de seu interior perturbam a atmosfera, gerando furacões e tempestades violentas que podem durar anos. Os compostos de hidrogênio condensam-se, formando na atmosfera superior, em diferentes altitudes, nuvens multicoloridas que se dispõem como faixas em torno do planeta. As faixas brancas, luminosas, são zonas de gás em ascensão e as marrom-avermelhadas, cinturões de gás em queda.

A GRANDE MANCHA VERMELHA
O traço maior e mais óbvio da superfície de Júpiter é a Grande Mancha Vermelha. Essa vasta tempestade, observada há cerca de 300 anos, muda sempre de tamanho, forma e cor. É maior que a Terra e já teve até três vezes o tamanho dela.



TEMPESTADES OVAIS BRANCAS
Duas tempestades brancas formaram-se numa região de atmosfera turbulenta. Estão fixas num cinturão ou zona particular, mas deslocam-se em torno do planeta, para o leste ou o oeste.

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA
A atmosfera, composta principalmente de hidrogênio, tem traços de componentes simples, como metano, amoníaco e água, e mais complexos como etano e acetileno.

OS SATÉLITES GALILEANOS

Júpiter tem mais de 60 satélites. A maioria é pequena, de formato irregular e com órbitas distantes – poderiam ser fragmentos de um asteroide. Oito estão muito próximos; quatro destes, grandes e redondos, formaram-se ao mesmo tempo que o planeta. São os chamados satélites galileanos, observados pelo astrônomo italiano Galileu Galilei, em 1610.

GANIMEDES

O maior satélite no Sistema Solar, com 5.262km de diâmetro, é maior que Plutão e Mercúrio. Tem um interior rochoso e um manto superior de gelo. A crosta gelada tem áreas escuras e claras contrastantes.

SUPERFÍCIES CONTRASTANTES DE GANIMEDES

IO

Orbita Júpiter aproximadamente a cada 42,5 horas. É o mais interior dos galileanos e muito diferente dos outros três. Eles são mundos de rocha e gelo, ao passo que Io é o corpo mais vulcânico do Sistema Solar. A superfície é sempre renovada por erupções de material fundido por centenas de vulcões e fissuras.

LAVA COLORIDA FLUI EM IO

CALISTO

O segundo em tamanho, é o mais exterior dos galileanos e o oitavo satélite a partir de Júpiter. É uma bola de gelo e rocha com superfície plana, marcada por crateras de impacto. Gelo nos fundos e orlas das crateras as fazem brilhar intensamente contra a escura superfície restante.

SUPERFÍCIE ESBURACADA DE CALISTO

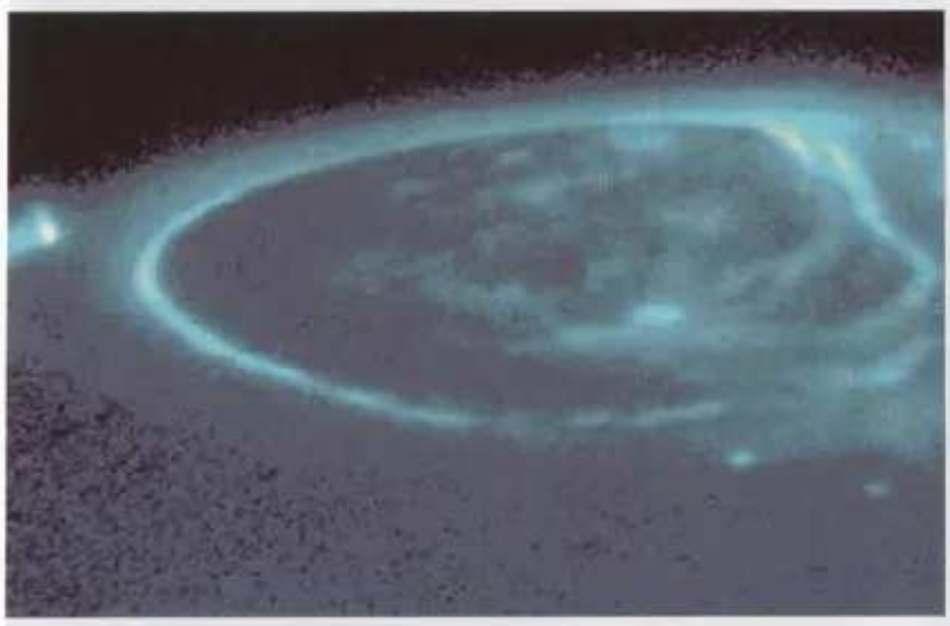
EUROPA

Um pouco menor que a Lua da Terra, é o menor dos galileanos. Sua fina crosta de gelo de água talvez cubra uma camada líquida que poderia abrigar vida. Sua superfície é feita de gelo liso nas claras planícies polares e regiões escuras e rachadas onde a crosta se quebrou e se moveu, flutuando.

FENDAS E SULCOS ESCUROS RISCAM A SUPERFÍCIE DE GELO DO EUROPA

CAMPO MAGNÉTICO

Correntes elétricas na camada de hidrogênio metálico de Júpiter geram um campo magnético cerca de 20 mil vezes mais forte que o da Terra ou de qualquer outro planeta. É como se uma grande barra imantada estivesse embutida em Júpiter, inclinada em cerca de 11° para o eixo de rotação. Em consequência, um cinturão de radiação o rodeia e partículas de vento solar são impelidas para a atmosfera superior em torno dos polos magnéticos. Estes interagem com os gases, gerando auroras coloridas.



AURORA BRUXULEANTE
Em 1998, o telescópio espacial Hubble captou esta bela imagem de uma aurora – um subproduto do forte campo magnético de Júpiter – centrada no polo magnético norte do planeta.

MISSÕES A JÚPITER

Júpiter foi o primeiro planeta exterior visitado por uma astronave. A Pioneer 10 o sobrevoou em dezembro de 1973, e a Pioneer 11 exatamente um ano depois. As sondas Voyagers 1 e 2 o sobrevoaram em 1979. Galileo chegou a Júpiter em 1995. Nos oito anos seguintes, fez um estudo profundo do sistema joviano, orbitando o planeta e sobrevoando cada uma de suas luas sucessivamente. Outra sonda, Juno, foi lançada rumo a Júpiter em 2011.

GALILEO
Única nave a fazer um estudo prolongado de Júpiter e seus principais satélites. Ao chegar a Júpiter, lançou uma sonda menor, que mergulhou na atmosfera para fazer medições diretamente.

A OBSERVAÇÃO DE JÚPITER E SUAS LUAS

Embora Júpiter esteja a centenas de milhões de quilômetros da Terra, sua atmosfera reflete intensamente a luz solar e é fácil vê-lo no céu noturno. É mais brilhante (magnitude -2,9) em oposição, que ocorre a cada 13 meses. Aparece a noite toda, levanta-se ao pôr do sol, está mais alto no meio da noite e põe-se ao nascer do sol. É visível durante cerca de 10 meses por ano. Passa cerca de 12 meses numa constelação do zodíaco antes de se mover para a seguinte.

A OLHO NU
Parece uma estrela de prata em forma de disco e muito brilhante. Na maior parte do tempo, é o segundo planeta mais brilhante

COM BINÓCULO
É possível ver os satélites galileanos, ordenados numa linha imaginária que se estende dos dois lados do equador de Júpiter. Eles

COM UM TELESCÓPIO GRANDE
É possível ver as faixas de Júpiter. A visão muda à medida que o planeta gira, e grandes traços de superfície, como a Grande Mancha

segundo planeta mais brilhante, depois de Vênus.

lados do equador de Júpiter. Eles mudam de posição ao orbitar.

Vermelha, podem ser vistos.

Saturno

Saturno, o sexto planeta a partir do Sol, está duas vezes mais longe da Terra que Júpiter. Sua principal característica é o complexo sistema de anéis que o circula. O planeta, com uma face pálida e em faixas, tem uma grande família de satélites.

A ESTRUTURA DO PLANETA

Saturno é o segundo maior e o menos denso dos planetas. É feito de 95 vezes mais material que a Terra, mas ocupa um volume muito maior – poderia conter 764 Terras. Compõe-se de hidrogênio e hélio. Em sua camada externa, esses elementos são gasosos; em seu interior, onde temperatura e pressão crescem com a profundidade, portam-se como um fluido, e ainda mais profundamente, como um metal líquido. O núcleo central de pedra e gelo tem de 10 a 20 vezes a massa da Terra.

O PLANETA DOS ANÉIS

Os principais anéis, muito visíveis, são apenas parte de um extenso sistema de anéis que circunda Saturno. Há anéis pouco brilhantes entre os principais e o planeta, e também depois deles, a uma grande distância.

DADOS DE SATURNO

DIÂMETRO 120.536km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
1,43 bilhão km

PERÍODO ORBITAL 29,46 anos terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 10,67 horas

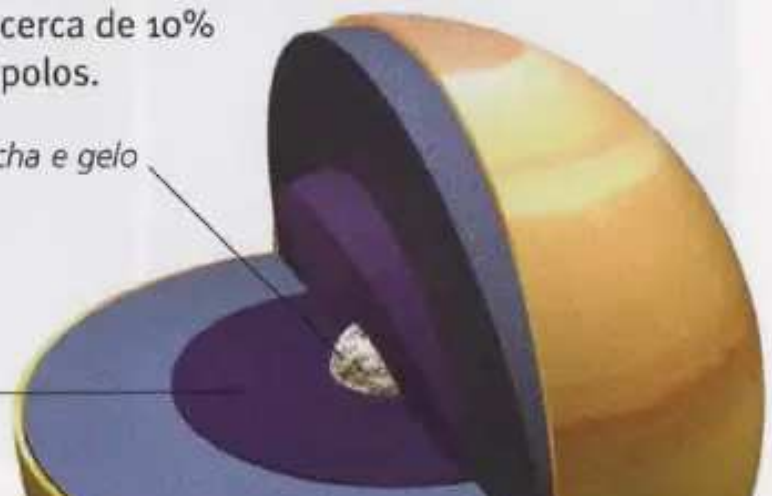
TEMP. NA COBERTA DE NUVENS -180°C

NÚMERO DE SATÉLITES 62

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

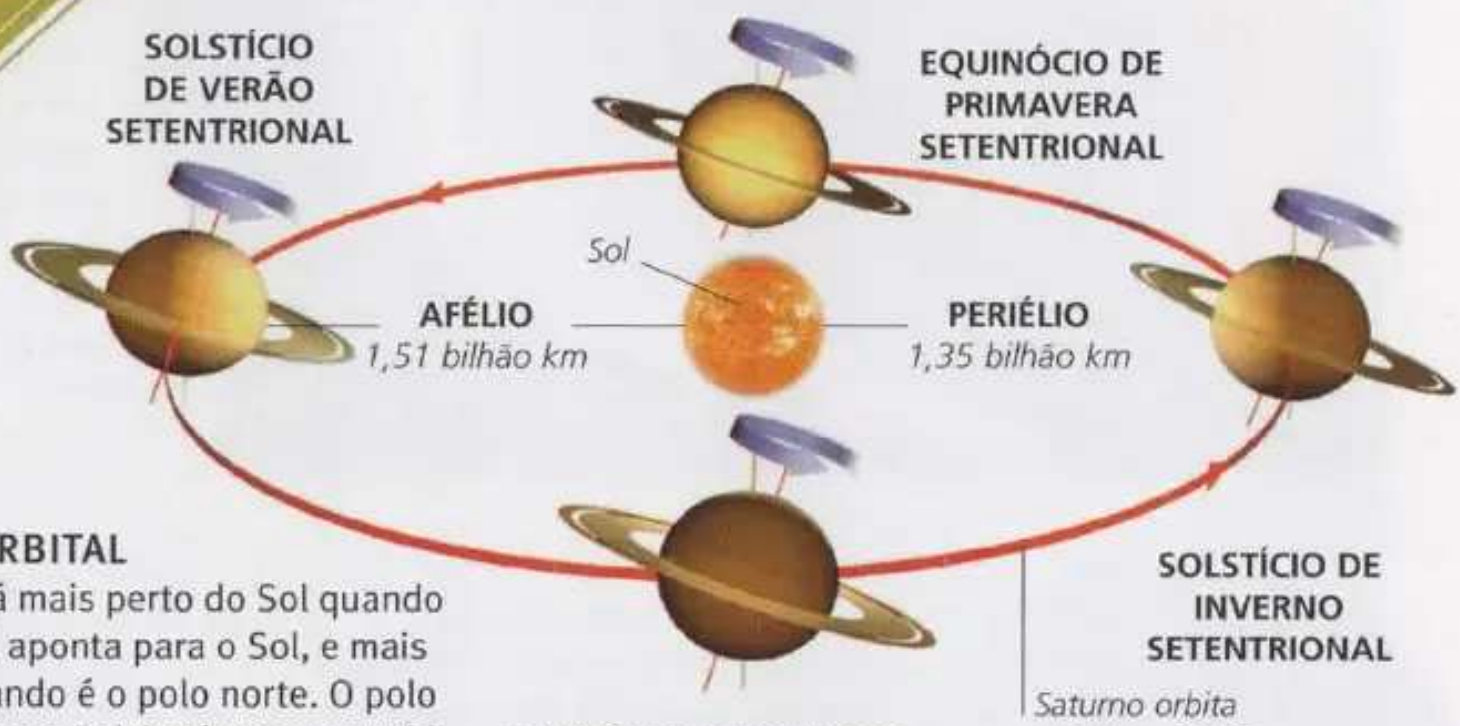
O INTERIOR DO PLANETA

Saturno é feito de hidrogênio e hélio, dispostos em camadas segundo seus estados. As mudanças entre as camadas são graduais. À medida que o planeta gira, material é expelido, formando um equador abaulado, cerca de 10% mais largo que nos polos.



A ÓRBITA DE SATURNO

Saturno leva quase 29,5 anos para completar uma órbita em torno do Sol. Seu eixo de rotação inclina-se em 26,7° em relação à vertical. No curso de uma órbita, ambos os polos, norte e sul, apontam para o Sol. Isso resulta em uma mudança na visão dos anéis a partir da Terra. Quando é o polo norte que aponta para o Sol, os anéis são vistos de cima; quando é o polo sul, de baixo; entre uma coisa e outra, são vistos de lado.



PADRÃO ORBITAL

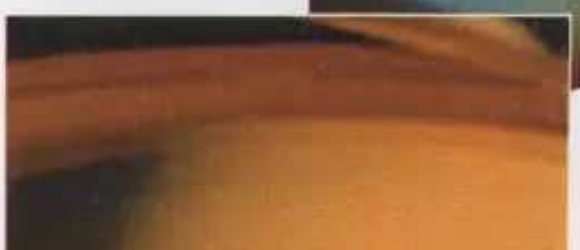
Saturno está mais perto do Sol quando seu polo sul aponta para o Sol, e mais distante quando é o polo norte. O polo inclinado para o Sol é coberto por neblina e fumaça.

ATMOSFERA E CLIMA

A superfície amarelo-clara de Saturno é a camada superior de sua densa atmosfera. Um nevoeiro fino o encobre. Pingos de chuva de hélio na camada metálica geram calor ao cair. Este é transportado para a camada inferior, onde, associado à rotação do planeta, gera ventos que chegam a 1.800km/h perto do equador. Tempestades gigantescas são um traço da atmosfera superior.

TEMPESTADE DO DRAGÃO

O traço rosado visto aqui é uma tempestade gigantesca: "Tempestade do Dragão". Esta



AURORA NO POLO SUL

Uma aurora oval, invisível ao olho humano, foi captada pela sonda Cassini, em junho de 2005. Partículas de vento solar fazem o

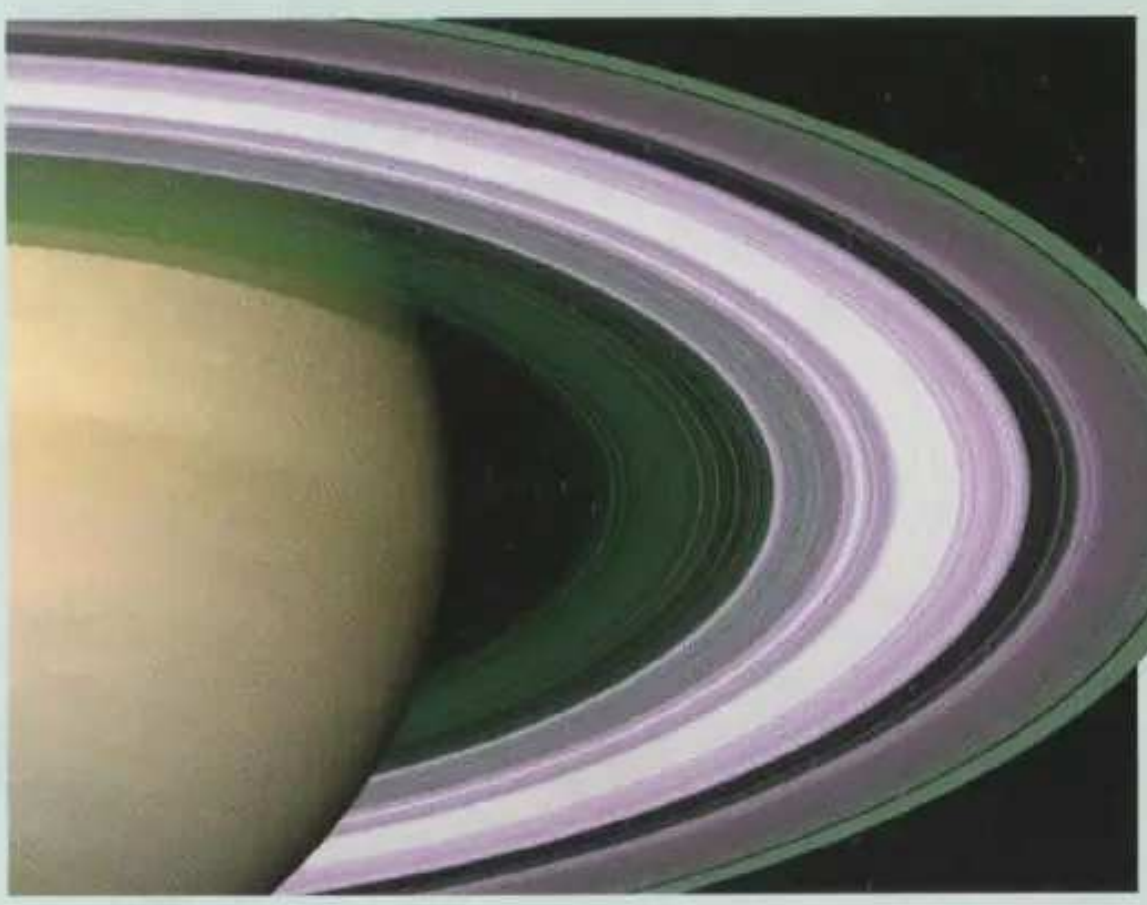
hidrogênio fulgurar azul na luz ultravioleta.

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA
O hidrogênio predomina na atmosfera; traços de gases incluem metano, amoníaco e etano. A camada visível é feita de cristais de gelo de amoníaco com hidrossulfeto de amônia embaixo.

"Tempestade do Dragão". Esta parte do hemisfério sul de Saturno, dominada por estes fenômenos, foi apelidada "corredor das tempestades".

ANÉIS E SATÉLITES DE SATURNO

Saturno tem mais de 60 satélites. A maioria foi descoberta nos últimos 25 anos e espera-se mais. Titã é o maior, seguido por alguns outros grandes e esféricos como Dione. A maioria é irregular e alguns, como Phoebe, têm movimento retrógrado em relação aos outros. Os satélites são misturas de rocha e gelo de água em diferentes proporções e 17 deles estão dentro do sistema de anéis.



EM TORNO DE SATURNO
O sistema de anéis estende-se por centenas de milhares de quilômetros, mas tem poucos quilômetros de espessura. Os anéis são feitos de pedaços de gelo de água suja que seguem sua própria órbita em torno de Saturno e podem ter vários metros de diâmetro ou ser meros grãos de poeira; como refletem bem a luz solar, tornam os anéis facilmente visíveis. Uma evidente lacuna nos anéis é chamada Divisão de Cassini.

TITÃ
Com o tamanho aproximado de Mercúrio, Titã é o único satélite do Sistema Solar com uma atmosfera substancial. É encoberto por um nevoeiro rico em nitrogênio, mas imagens da Cassini-Huygens revelaram a superfície.

ATMOSFERA DE TITÃ

PHOEBE
Um dos satélites mais exteriores, a 12,95 milhões km de Saturno. Sua superfície é muito marcada por crateras de impacto.

PALENE
Satélites minúsculos e de forma irregular continuam sendo descobertos. Palene, com apenas 4km de diâmetro, foi descoberto em 2004. Nesta foto, é diminuído pela massa brilhante de Saturno.

DIONE
Dione orbita dentro do sistema de anéis em 2,74 dias. Sua superfície é marcada por penhascos de gelo e crateras de impacto. Quarto maior satélite de Saturno, partilha sua órbita com dois satélites pequenos e irregulares – Helena, que se move à sua frente, e Pólux atrás.

MISSÕES A SATURNO

Quatro naves viajaram até Saturno. As três primeiras, Pioneer 11, que chegou em 1979, e as Voyagers 1 e 2 (1980-81) foram missões de sobrevoo. A quarta, Cassini-Huygens, é um sofisticado orbitador projetado para estudar o planeta, seus anéis e satélites em profundidade por quatro anos. É um empreendimento euro-americano e consiste em duas sondas: Cassini, a principal, e Huygens, menor, acoplada a Cassini para a viagem a Saturno.

A Cassini-Huygens chegou a Saturno em meados de 2004, após sete anos de viagem. Em sua terceira órbita de Saturno, Cassini soltou Huygens para uma viagem de 21 dias a Titã, em cuja superfície desceu. Cassini fez mais de 80 órbitas de Saturno, 44 sobrevoos próximos de Titã, e sobrevoos próximos de outros satélites. Sua missão deve terminar em 2017.

CASSINI-HUYGENS
A sonda Cassini, com a Huygens fixada à direita, é montada antes de seu lançamento de Cabo Canaveral.

MIMAS VISTO PELA CASSINI
O satélite Mimas orbita Saturno na parte exterior do sistema de anéis, a 185.520km dele. As linhas além são sombras dos anéis.

CHRISTIAAN HUYGENS

A sonda espacial Huygens homenageia o cientista holandês Christiaan Huygens (1629-95), que inventou o relógio de pêndulo, propôs a teoria ondulatória da luz e fez ótimos telescópios. Em 1655, descobriu os anéis de Saturno – que, no séc.XIX, foram descritos por Maxwell como uma faixa de material cujo aspecto muda segundo a posição do planeta em relação à Terra.

A OBSERVAÇÃO DE SATURNO

Visível a olho nu durante cerca de 10 meses do ano, Saturno parece uma estrela brilhante amarelada. Em seu brilho máximo, alcança a magnitude -0,3. Isso ocorre quando os anéis estão virados para nós e mais luz é refletida. Um telescópio mostra os anéis e é necessário para revelar detalhes de superfície. O melhor momento para ver Saturno é em oposição, o que ocorre anualmente, cerca de duas semanas mais tarde a cada ano. Em sua órbita, Saturno passa cerca de 2,5 anos em cada

nos e mais luz é refletida. Um telescópio constelação do zodíaco, sucessivamente.

COM BINÓCULO
O disco é visível com binóculo. Os mais potentes mostram os anéis, quando estão com máxima inclinação em relação à Terra.

COM TELESCÓPIO PEQUENO
O sistema de anéis, visto aqui inclinado para a Terra, parece puxadores, de cada lado do disco Saturno.

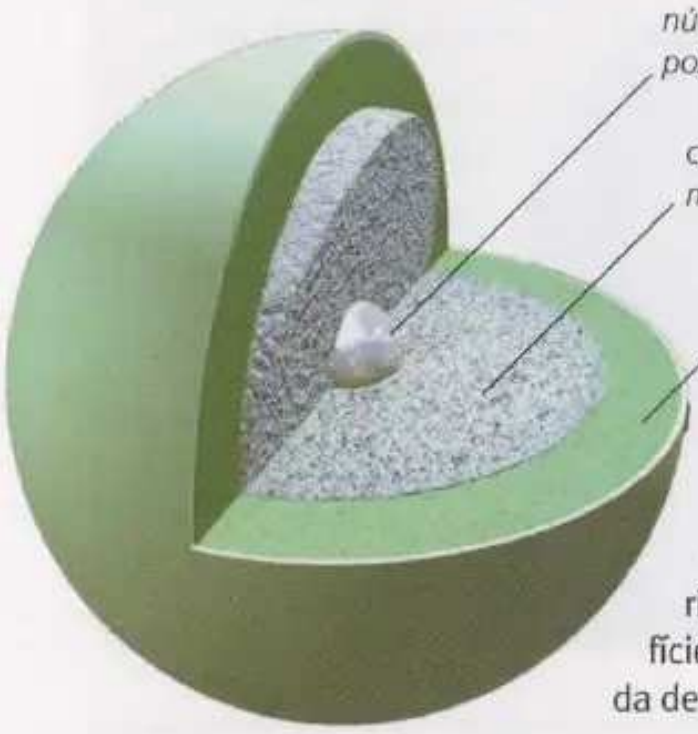
COM TELESCÓPIO GRANDE
Os principais anéis e a Divisão de Cassini são vistos claramente. Vários dos maiores satélites aparecem como pontos de luz.

Urano

Urano, o planeta azul-claro, é o sétimo a partir do Sol. Quase tudo que sabemos dele veio da única sonda a visitá-lo, Voyager 2. Como está inclinado de lado, seu sistema de anéis e sua família de satélites parecem cercá-lo de cima para baixo.

ESTRUTURA

Terceiro maior planeta, Urano tem cerca de quatro vezes o diâmetro da Terra e 63 vezes seu volume. É feito, contudo, de apenas 14,5 vezes a massa de nosso planeta, sendo seu material, portanto, menos denso que o da Terra. Sob sua atmosfera gasosa, há uma profunda camada de gelos de água, metano e amônia. Pensa-se que correntes elétricas nessa camada geram o campo magnético do planeta. Os limites entre as camadas não são rígidos, uma se fundindo à outra.



O INTERIOR DO PLANETA
Como Júpiter, Saturno e Netuno, Urano é um gigante de gás. A atmosfera superior, rica em hidrogênio, é sua superfície visível. Abaixo há uma camada de gelos e, sob ela, o núcleo.

VISTO DO ESPAÇO
O hemisfério sul de Urano está iluminado pelo Sol nesta imagem da Voyager 2, de 1986.

DADOS DE URANO

DIÂMETRO 51.118km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
2,87 bilhões km

PERÍODO ORBITAL 84 anos terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 17,24 horas

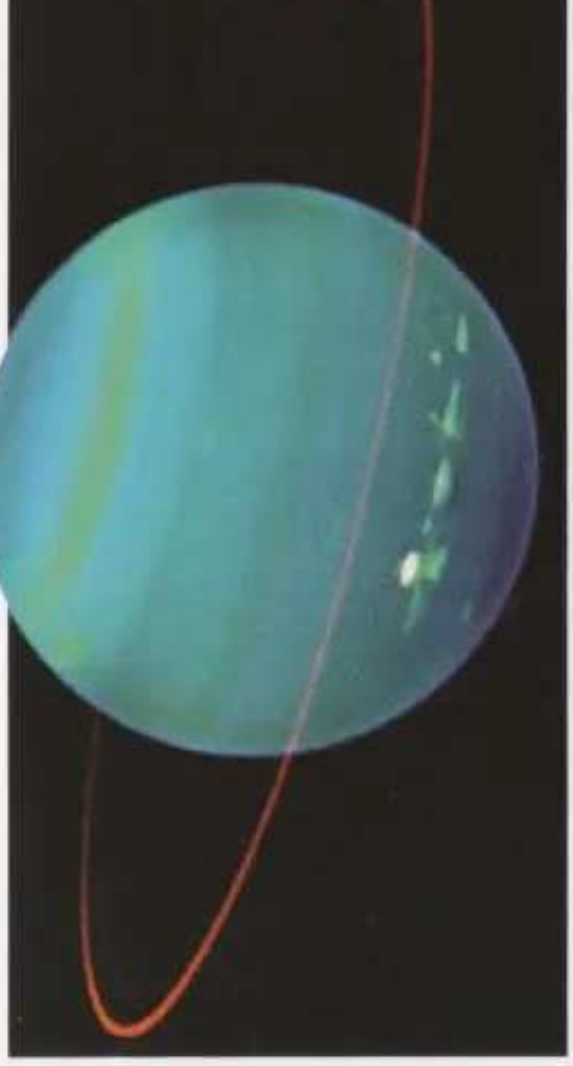
TEMPERATURA NA COBERTA DE NUVENS -214°C

NÚMERO DE SATÉLITES 27

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

ATMOSFERA E CLIMA

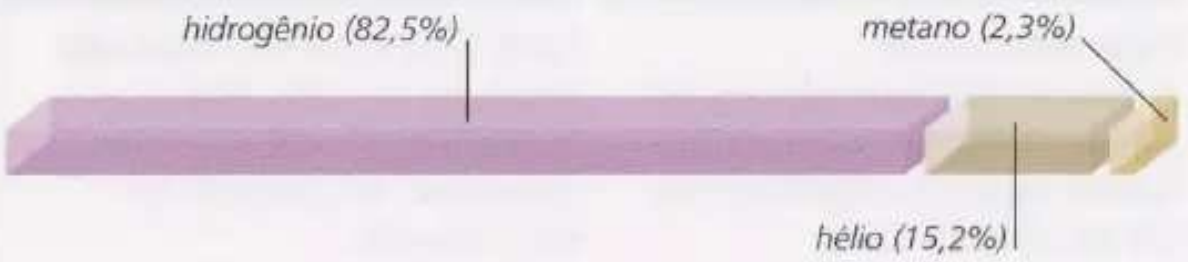
Em razão da névoa em sua atmosfera superior, Urano

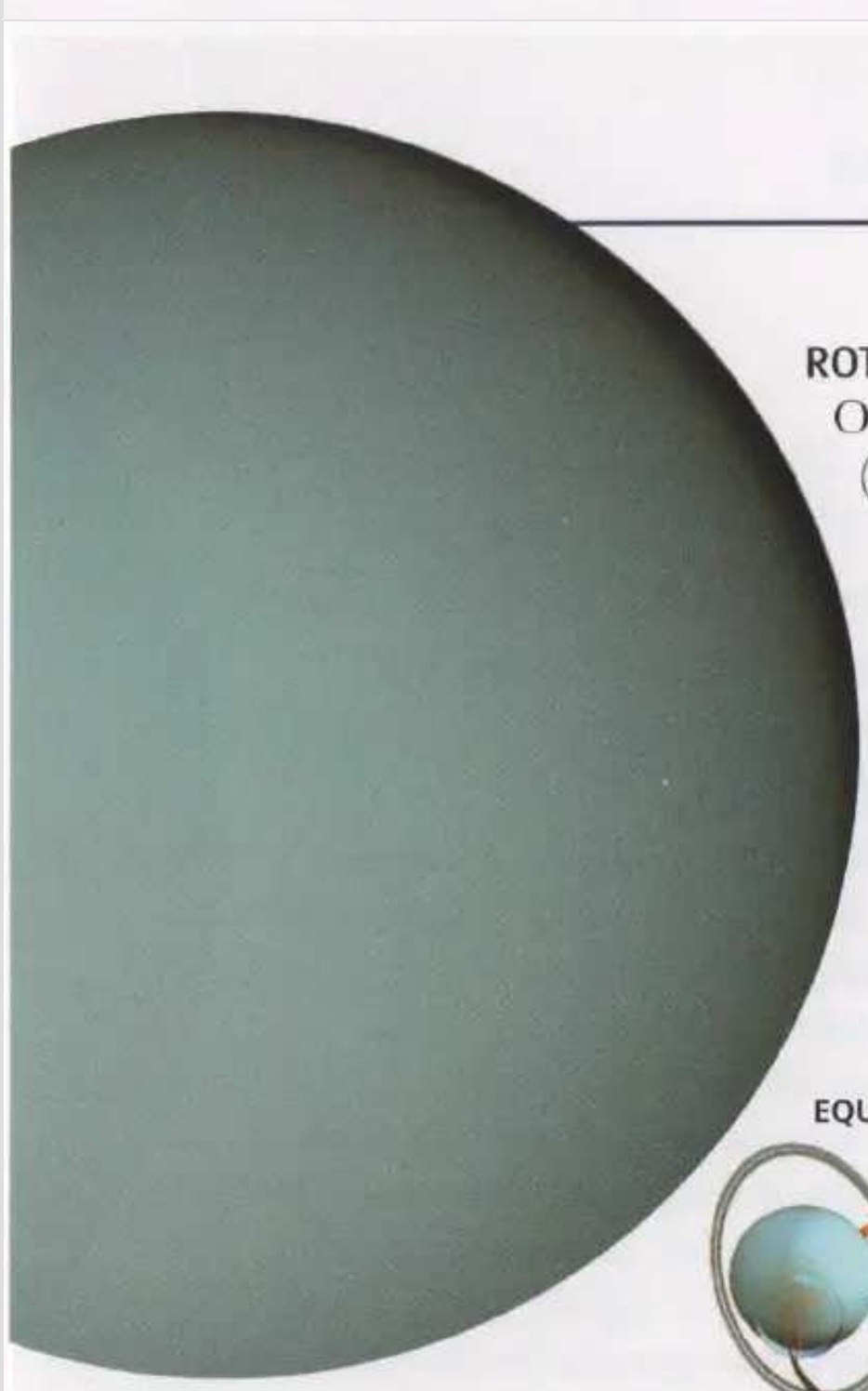


parece uniforme. A névoa é fruto da interação da luz solar ultravioleta com metano atmosférico. Urano não tem um sistema climático complexo, mas nuvens de amônia e água são carregadas ao seu redor por seus ventos e rotação. A temperatura na coberta de nuvens é de cerca de -214°C.

NUVENS
Esta imagem infravermelha de Urano revela a estrutura de nuvens. As altas parecem brancas; as medianas, azul-claras e as baixas azul mais escuro. O processamento da imagem deixou os anéis muito vermelhos.

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA
Hidrogênio é o principal elemento na atmosfera. O metano dá a Urano sua cor azul – absorve os comprimentos de onda vermelhos que chegam e reflete o azul.





ROTAÇÃO E ÓRBITA

O eixo de rotação de Urano está tão inclinado (98°) em relação à vertical que está quase no plano de sua órbita. Por isso o vemos, da Terra, pelos polos, de lado, ou entre uma posição e outra, enquanto seus polos e equador se voltam para o Sol no curso de sua órbita de 84 anos. Um choque com um corpo do tamanho de um planeta no passado remoto deve ter posto Urano nessa posição.

ÓRBITA E ROTAÇÃO
Urano parece orbitar o Sol de lado. Sua longa órbita e grande inclinação significam que cada hemisfério passa 42 anos voltado para o Sol.

ANÉIS E SATÉLITES

Onze anéis, separados por lacunas, envolvem Urano. São feitos de pedaços de material escuro, rico em carbono, pequenos como grãos de poeira ou com alguns metros de diâmetro. Cerca de 27 satélites orbitam Urano. Cinco são corpos rochosos grandes e escuros, com superfícies de gelo. Os outros, menores, em geral têm dezenas de quilômetros de diâmetro.

SUPERFÍCIE DE ARIEL
Ariel tem cerca de um terço do tamanho da Lua e uma órbita de 2,5 dias. Foi descoberto da Terra, mas visto em detalhe graças à Voyager 2. Falhas longas e largas cortam sua superfície gelada.

VISÃO DOS ANÉIS EM CORES FALSAS
O anel claro, sem cor (extrema direita), é o mais exterior de Urano. À esquerda, veem-se outros cinco azul-esverdeados e três branco-acinzentados.

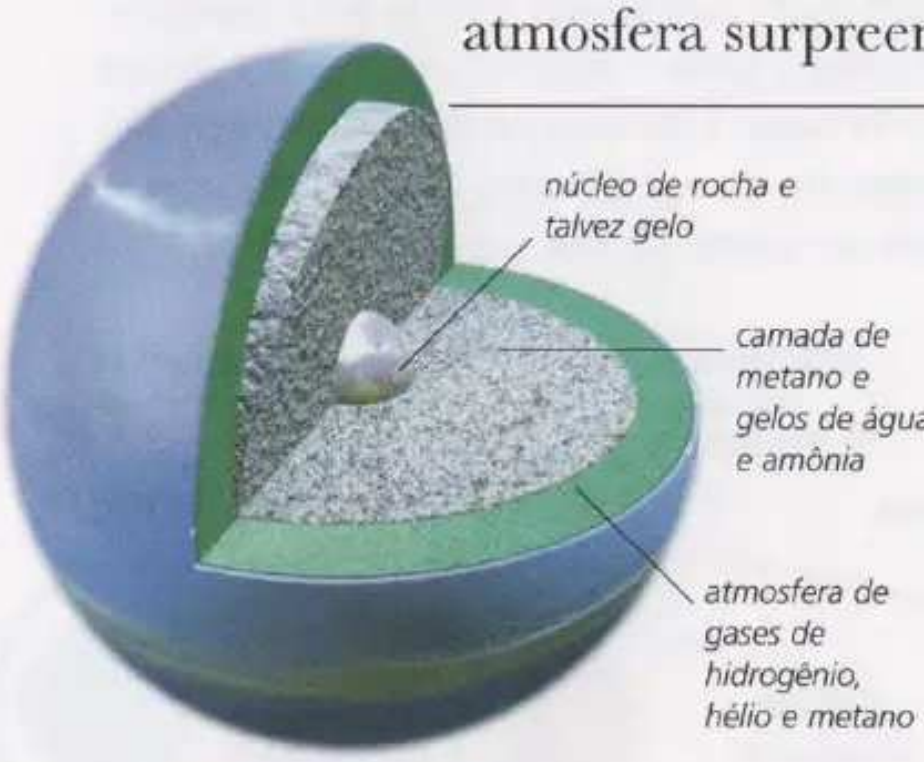
A OBSERVAÇÃO DE URANO

Urano é duas vezes mais distante do Sol que seu vizinho interior e tem magnitude 5,5. É pouco visível a olho nu e com um binóculo básico parece uma estrela. Um binóculo mais potente ou um pequeno telescópio mostra um disco. Seguindo o lento progresso do planeta contra o pano de fundo de estrelas, pode-se confirmar sua identidade.

URANO NO CÉU NOTURNO
O disco de Urano e seus cinco principais satélites – Ariel, Umbriel, Oberon, Titânia e Miranda – vistos da Terra com um telescópio. A cor azul do globo uniforme é inconfundível.

Netuno

O distante Netuno, só descoberto em 1846, foi pouco conhecido até que a Voyager 2 o sobrevoou em 1989. A sonda revelou um mundo azul e frio, cercado por anéis e satélites e com uma atmosfera surpreendentemente dinâmica.



O INTERIOR DO PLANETA
Netuno não tem superfície sólida; sua superfície visível é a face superior de sua atmosfera. Por dentro, é feito de camadas que se fundem.

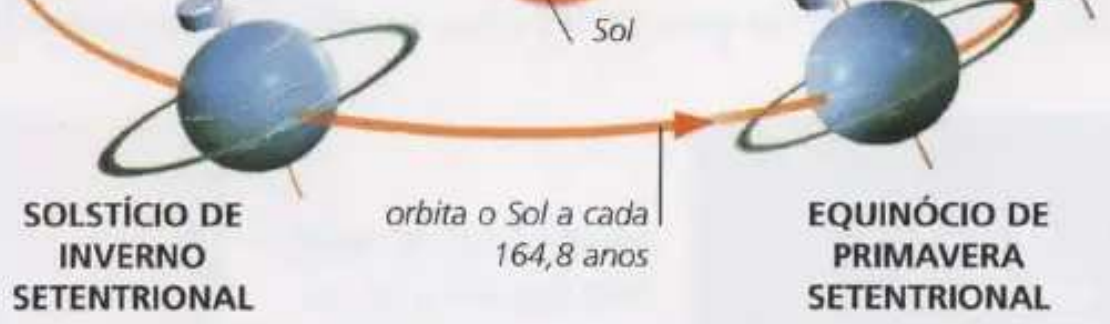
ESTRUTURA

Netuno é o menor e o mais distante dos quatro gigantes de gás. Quase quatro vezes maior que a Terra, tem estrutura semelhante à de Urano. Sua camada externa é sua atmosfera, feita principalmente de hidrogênio. Abaixo há uma profunda camada de água e gelos, e mais embaixo um núcleo de rocha e talvez gelo. Por causa de sua rápida rotação, material é empurrado para a superfície, formando um equador abaulado.

ROTAÇÃO E ÓRBITA

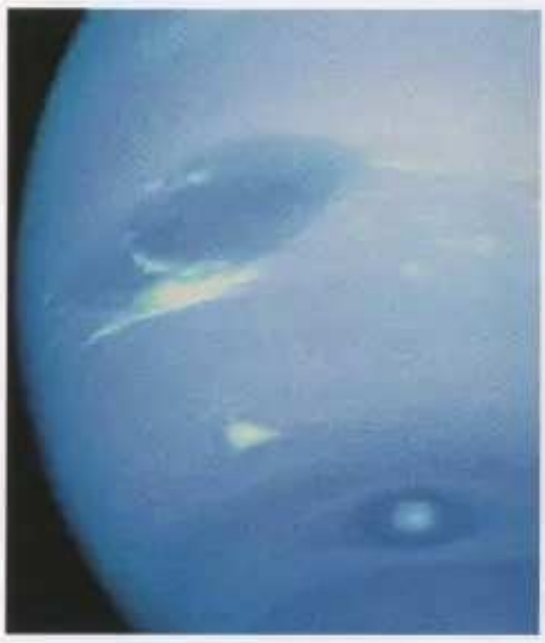
Como a trajetória de Netuno em torno do Sol é menos elíptica que a de qualquer outro planeta, exceto Vênus, não há grande diferença entre sua

menor distância do Sol (periélio) e a maior (afélio). O eixo de rotação não é perpendicular à órbita, mas inclinado 28,3° em relação à vertical.



ATMOSFERA E CLIMA

Embora 30 vezes mais distante do Sol que a Terra, Netuno é afetado por sua luz e calor. Os polos norte e sul, sucessivamente, apontam para o Sol enquanto Netuno o orbita, gerando mudança sazonal. Cada estação dura cerca de 40 anos. O calor do Sol não explica os aspectos tempestuosos e os violentos ventos equatoriais. Talvez o planeta seja aquecido por calor interno.



GRANDE MANCHA ESCURA

Nome de uma nuvem escura, característica de tempestade, revelada pela Voyager 2 na atmosfera de Netuno. Nuvens claras de metano cercam a mancha, quase do tamanho da Terra.

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

O hidrogênio predomina. Mas é a quantidade relativamente pequena de metano na atmosfera superior que gera a peculiar cor azul. O metano absorve a luz vermelha e reflete o azul.

DADOS DE NETUNO

DIÂMETRO 49.532km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
4,5 bilhões km

PERÍODO ORBITAL 164,8 anos terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 16,11 horas

TEMPERATURA NA COBERTA DE NUVENS
-200°C

NÚMERO DE SATÉLITES 13

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

CARACTERISTICAMENTE AZUL

A Grande Mancha Escura está no centro do disco nesta imagem feita pela Voyager 2 em 1989. A tempestade já havia se dissipado quando o telescópio espacial Hubble a procurou em meados da década de 90.

ANÉIS E SATÉLITES

Sabe-se que 13 satélites orbitam Netuno e talvez haja outros menores. Só um quais contém três densas regiões de material, além de um sexto anel parcial. Os anéis são esparsos e feitos de minús-

deles, Tritão, é grande e redondo. Os quatro interiores estão dentro do sistema de anéis, que consiste em cinco anéis completos, o mais exterior dos culos fragmentos de composição desconhecida. A Voyager 2 revelou os anéis, já previstos por observações feitas da Terra.

OS ANÉIS DE NETUNO
Veem-se quatro anéis nesta imagem da Voyager 2. Uma faixa difusa de material, chamada Lassell, está entre os dois anéis brilhantes, Adams e Le Verrier. Mais perto de Netuno está o anel Galle.

TRITÃO
O satélite gelado, maior que Plutão, foi descoberto 17 dias depois de Netuno. Manchas escuras na superfície são locais de erupções semelhantes a gêiseres.

A OBSERVAÇÃO DE NETUNO

Netuno está distante demais para ser visto a olho nu. Em sua magnitude máxima, de 7,8, pode ser visto com binóculo ou um pequeno telescópio, mesmo assim parece uma estrela fraca. Um telescópio com mais de 150mm de abertura mostra o planeta na forma de um disco. Só os instrumentos mais potentes revelarão algum detalhe, como mudanças no brilho da superfície.

VISTO COM TELESCÓPIO
O disco de Netuno é visto duas vezes, perto de Tritão. Imagens tomadas em noites diferentes foram combinadas para mostrar seu movimento contra as estrelas fixas.

Plutão

Um mundo escuro e desolado de rocha e gelo, difícil de observar a partir da Terra, não foi visitado por sondas espaciais e é quase desconhecido. Em 2006, foi classificado como um planeta anão, que não limpou a região em torno de sua órbita.

ESTRUTURA E ATMOSFERA

No cerne do minúsculo Plutão há um grande núcleo de rocha, envolto num manto e numa crosta de gelo de água. O gelo não é água pura, inclui nitrogênio, monóxido de carbono e metano. Uma atmosfera de nitrogênio envolve Plutão. O gelo da superfície evapora e reabastece a atmosfera quando sua órbita o aproxima do Sol. Em tamanho, estrutura, composição e órbita, esse planeta anão é muito diferente de seus vizinhos planetários.

O INTERIOR DO PLANETA
Supõe-se que Plutão é 70% rocha e 30% gelo de água. A rocha afundou para o centro do planeta e está envolta por um manto de gelo recoberto por gelo.

CONTEÚDO DA ATMOSFERA
A atmosfera é quase toda nitrogê-

nitrogênio (99,97%)

traços de outros gases (0,03%)

nio, mas a gravidade não é capaz de reter o gás, tornando a atmosfera temporária.

MISSÃO A PLUTÃO

A sonda espacial New Horizons iniciou sua viagem a Plutão no início de 2006 e chegará 12 anos depois. Sobrevoará Plutão e Caronte, onde mapeará a dupla tanto quanto possível e investigará a atmosfera de Plutão. Depois avançará para examinar um par de objetos do cinturão de Kuiper, a ser escolhido quando a missão estiver em curso.

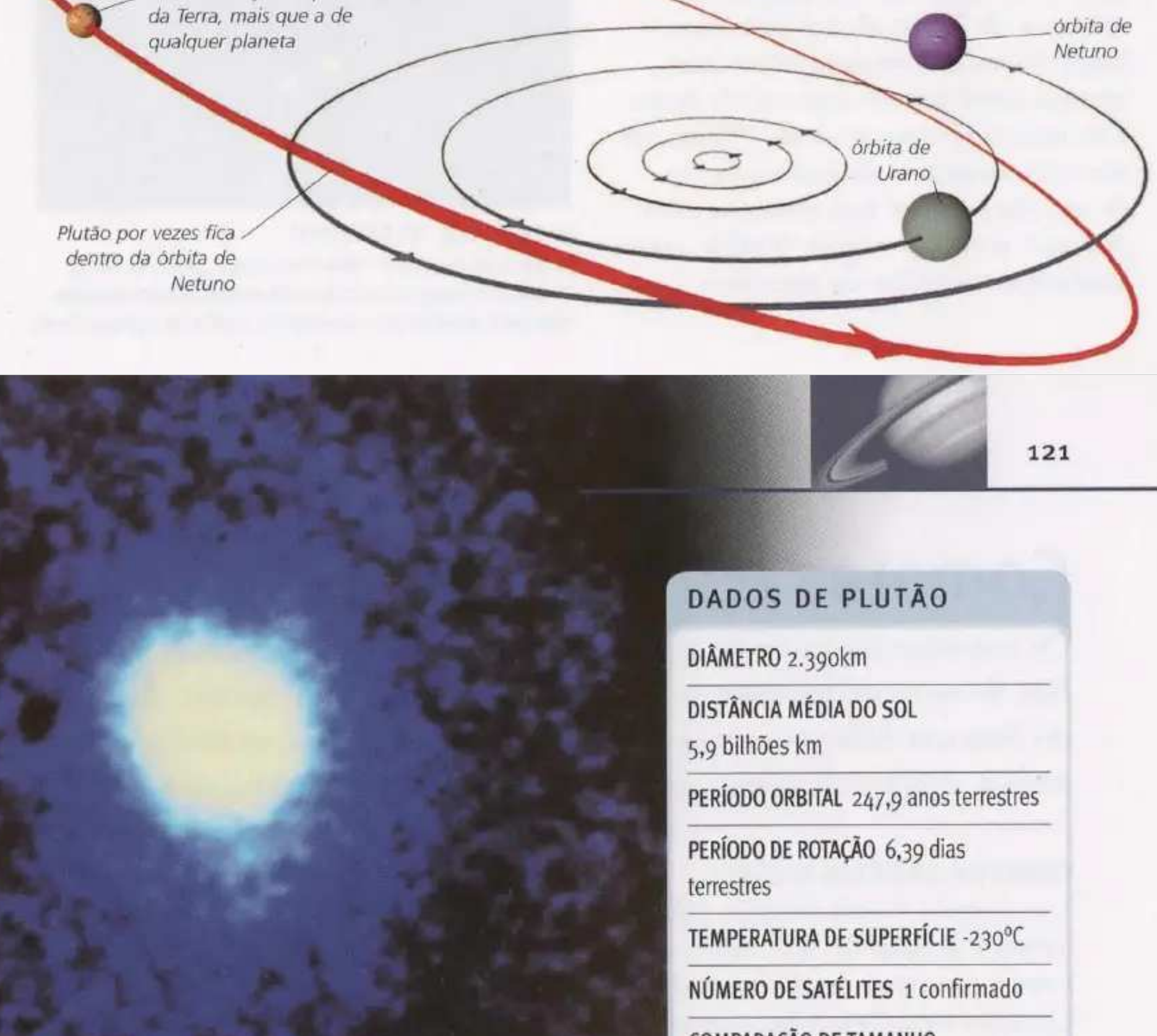
NEW HORIZONS

A ÓRBITA EXCÊNTRICA DE PLUTÃO

Plutão leva mais tempo que qualquer outro planeta para orbitar o Sol: 247,9 anos. Sua trajetória orbital distingue-se da dos planetas ainda sob outros aspectos. É mais excêntrica (menos circular) que todas as outras e também mais inclinada. Por cerca de 20 anos de cada órbita, a trajetória de Plutão o leva para o interior da órbita do planeta mais distante do Sol, Netuno.

A ÓRBITA DE PLUTÃO

A órbita de Plutão o leva de 4,45 bilhões a 7,38 bilhões km de distância do Sol. Enquanto se desloca, seu movimento de rotação é de leste para oeste, o oposto do da Terra.



DADOS DE PLUTÃO

DIÂMETRO 2.390km

DISTÂNCIA MÉDIA DO SOL
5,9 bilhões km

PERÍODO ORBITAL 247,9 anos terrestres

PERÍODO DE ROTAÇÃO 6,39 dias terrestres

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE -230°C

NÚMERO DE SATÉLITES 1 confirmado

COMPARAÇÃO DE TAMANHO

PLUTÃO

TERRA

PLUTÃO E CARONTE
Esta imagem (uma das melhores existentes) captada pelo telescópio espacial Hubble mostra Plutão (acima) e Caronte como objetos distintos. Telescópios baseados na Terra não separam o par.

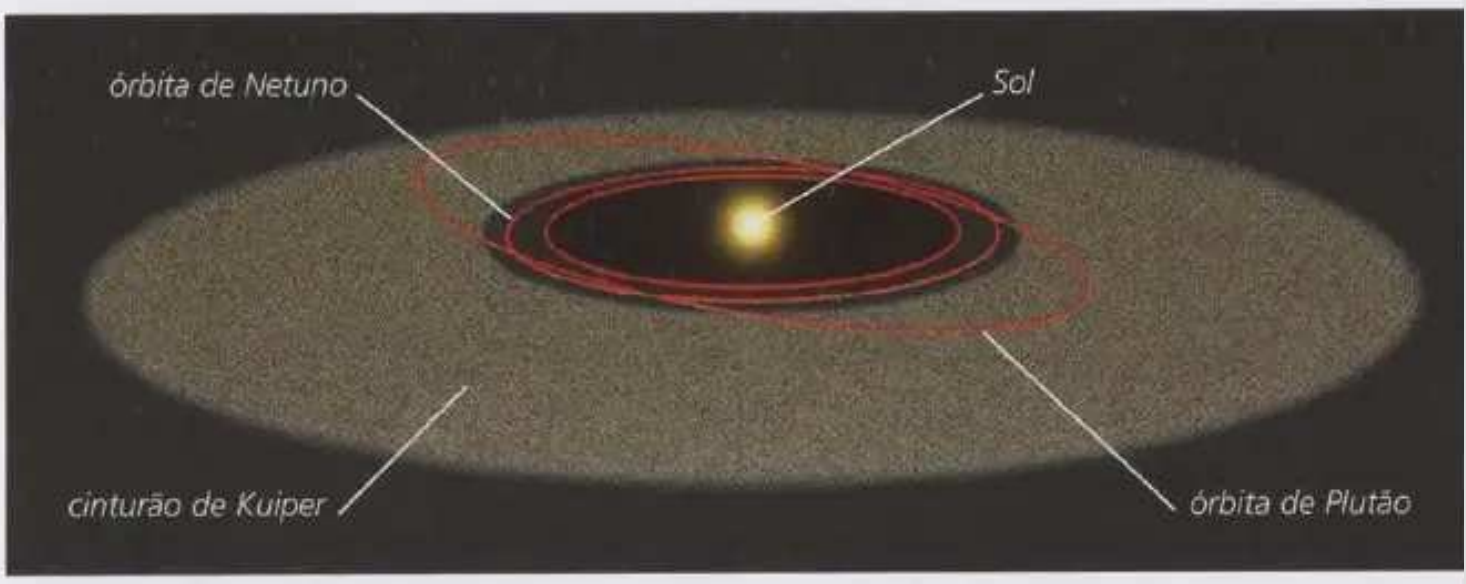
CARONTE, O SATÉLITE DE PLUTÃO

Caronte, satélite de Plutão, tem cerca da metade do tamanho dele, o que o torna o maior satélite relativamente a seu corpo pricipal. Conjectura-se que o par formava um só corpo de material que foi quebrado em dois no início de sua história. Caronte orbita Plutão a cada 6,4 dias, a uma distância equivalente ao diâmetro da Terra. Como ambos têm rotação de 6,4 dias também, o mesmo lado de Plutão está sempre voltado para o mesmo lado de Caronte.

O CINTURÃO DE KUIPER E A NUVEM DE OORT

Um cinturão achatado de objetos de rocha e gelo se estende desde pouco além da órbita de Netuno, passando pela de Plutão, até uma distância de 12 bilhões km do Sol. Supõe-se que consiste de muitos milhares de objetos semelhantes a cometas. Pelo menos um desses objetos (o planeta anão Eris) é maior que Plutão. A borda externa do cinturão funde-se com a nuvem de Oort. Esta é a vasta esfera de cometas que circunda o Sistema Solar. Contém mais de um trilhão de cometas e sua borda externa está a 1,6 ano-luz de distância, menos da metade do caminho até as estrelas mais próximas. Esses cometas só são vistos quando deixam a nuvem para viajar rumo ao Sol.

O CINTURÃO DE KUIPER
Envolve a região planetária do Sistema Solar. A maior parte de seus objetos semelhantes a cometas leva mais de 250 anos para orbitar o Sol. O cinturão é a principal fonte de cometas de período curto. É difícil ver os objetos pequenos, porém mais de 900 já foram detectados.



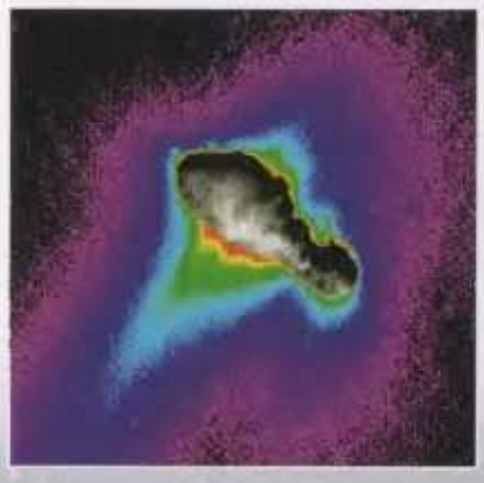
Cometas e meteoros

Os cometas são bolas de gelo sujo que se originam na nuvem de Oort. São de especial interesse por serem feitos de material antigo, da origem do Sistema Solar, há cerca de 4,6 bilhões de anos. Ao se deslocar rumo ao Sol, desprende poeira que pode produzir meteoros no céu da Terra.

COMO OS COMETAS MUDAM

Um cometa é uma mistura sólida e de forma irregular de dois terços de gelo e neve e um terço de poeira rochosa. Quando uma dessas gigantescas bolas de gelo, chamada núcleo, se aproxima mais do Sol do que Marte, é afetada pelo calor. A neve da superfície transforma-se em gás que, junto à poeira que se desprende, forma uma coma –

vasta nuvem em expansão que pode ter muitas vezes o diâmetro da Terra. Gás e poeira são expelidos da coma e formam caudas, em geral com 100 milhões km de comprimento.



COMETA BORRELLY
O núcleo de 8km de comprimento do cometa tem a forma de um pino de boliche. Jatos de gás e poeira são emitidos de sua superfície. Borrelly é um cometa de período curto; retorna a cada 6,86 anos.

A ÓRBITA DE UM COMETA
Cometas só desenvolvem uma coma e caudas perto do Sol. Cerca de 200 cometas retornam em menos de 20 anos e são descritos como de período curto. Cometas de período longo levam centenas ou milhares de anos para retornar.

COMETA HALE-BOPP
Cometas com coma e caudas grandes o bastante e brilhantes podem ser vistos no céu da Terra. O cometa Hale-Bopp foi visto em 1997 quando sua órbita o aproximou do Sol. Sua cauda de gás é azul e sua cauda de poeira curva é branca. Retornará em cerca de 2.400 anos.

MISSÕES A COMETAS

As primeiras cinco missões a um cometa destinaram-se ao cometa Halley. Giotto foi a mais bem-sucedida. Em março de 1986, ela penetrou na coma do Halley e nos deu a primeira visão de um núcleo cometário. Algumas sondas foram enviadas a cometas depois. Rosetta será a primeira a orbitar um cometa e pousar nele quando chegar ao Churyumov-Gerasimenko em 2014.

STARDUST
A Stardust da Nasa coletou partículas do núcleo do cometa Wild-1. Isso dará aos astrônomos a primeira chance de examinar material cometário de perto.

DEEP IMPACT
Em julho de 2005, a sonda Deep Impact lançou um míssil no núcleo do cometa Tempel-1. A cratera assim formada expôs o interior do cometa.

DE COMETA A METEORO

As partículas de poeira que os cometas soltam são chamadas meteoroides. Se um deles entra na atmosfera da Terra, aquece e produz um breve rastro de luz – por vezes chamado estrela cadente. Um meteoro muito brilhante é chamado bola de fogo. Quando a Terra passa por um jorro de partículas de poeira desprendidas por um cometa em sua trajetória orbital, produz-se uma chuva de meteoros.

BOLA DE FOGO NO CÉU DA AUSTRÁLIA

OBSERVAÇÃO DE COMETAS E METEOROS

Cerca de 2.000 cometas foram detectados, muitos pela espaçonave SOHO. Da Terra, em geral são débeis e só observáveis por telescópio. Dois ou três podem ser vistos por ano com binóculo e três a quatro a olho nu, num século. Estes parecem uma mancha de luz difusa, possivelmente alongada. Os meteoros, que duram em geral um segundo, podem ser vistos a olho nu. Ocorrem em qualquer noite do ano, mas são mais visíveis durante as cerca de 20 chuvas de meteoros anuais.

CHUVA DE METEOROS LEONÍDEOS

A Terra penetra na torrente de poeira do cometa Tempel-Tuttle todo mês de novembro. As partículas de poeira inflamam-se e produzem meteoros enquanto correm pela atmosfera.

PRINCIPAIS CHUVAS DE METEORO ANUAIS

NOME	DATA	CONSTELAÇÃO
QUADRANTÍDEOS	1–6 jan	Boieiro
LIRÍDEOS	19–24 abr	Libra
ETA AQUARÍDEOS	1–8 mai	Aquário
DELTA AQUARÍDEOS	15 jul–15 ago	Aquário
PERSEÍDEOS	25 jul–18 ago	Perseu
ORIONÍDEOS	16–27 out	Órion
TAURÍDEOS	20 out–30 nov	Touro
LEONÍDEOS	15–20 nov	Leão
GEMINÍDEOS	7–15 dez	Gêmeos

Asteroides e meteoritos

Asteroides são grumos secos de rocha, metal ou a mistura de ambos, que orbitam o Sol. Suas trajetórias podem colidir, quando eles quebram e são lançados à Terra. Um meteoro ou pedaço de asteroide caído na Terra é chamado meteorito.

PERFIL DOS ASTEROIDES

Há muito mais de um bilhão de asteroides e mais de 200 mil já foram descobertos. Eles são material que não chegou a formar um planeta rochoso de diâmetro ou ser do tamanho de um matacão, um seixo ou um grão de poeira. Cerca de 100 têm mais de 200km.

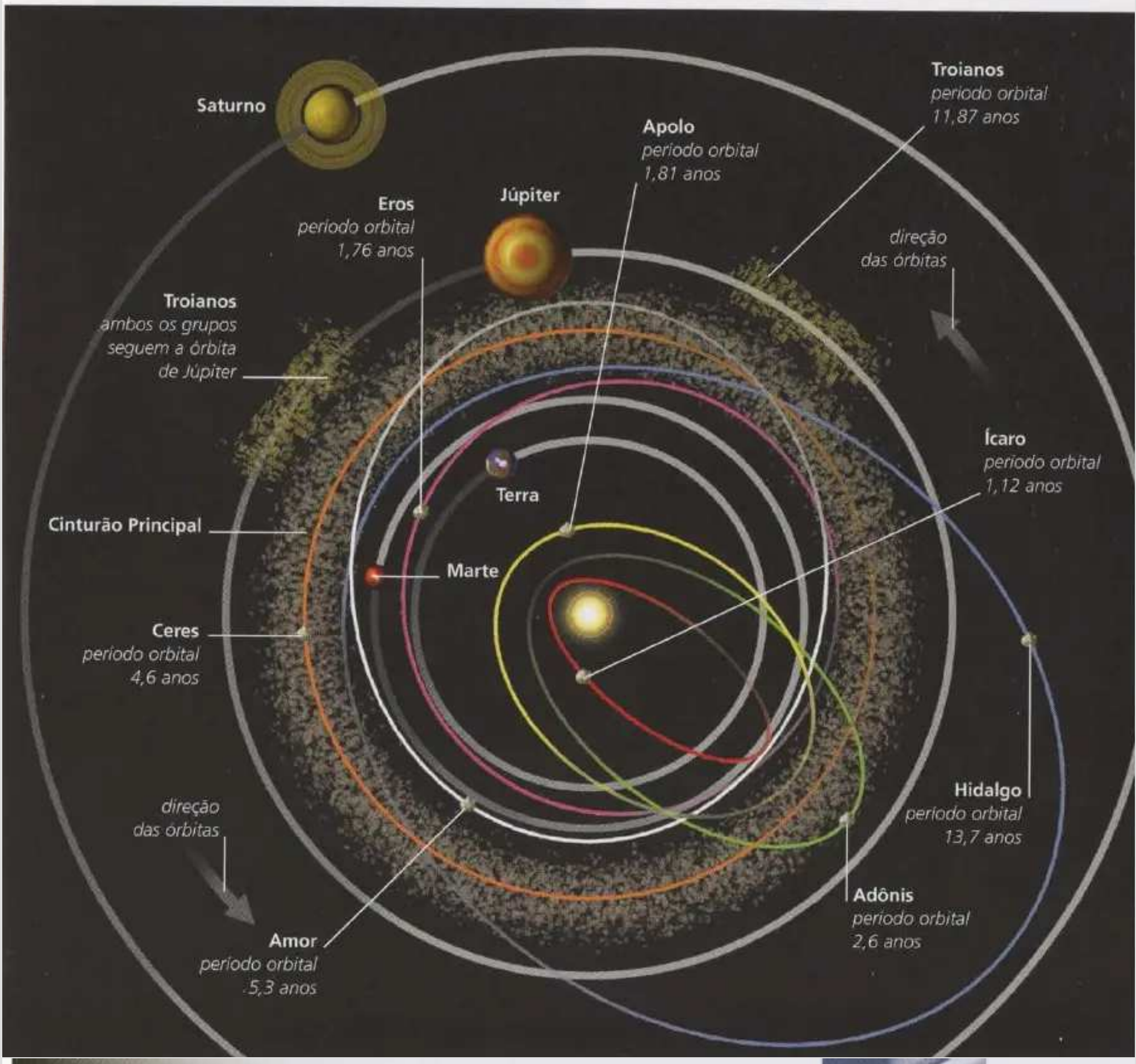
Mais de 90% dos asteroides estão no

chegou a formar um planeta rochoso há cerca de 4,6 bilhões, quando os planetas do Sistema Solar se formaram. São em geral irregulares na forma e podem ter centenas de quilômetros

Mais de 90% dos asteroides estão no cinturão Principal, também conhecido como Cinturão de Asteroides. Ceres, o maior objeto nesse cinturão, foi reclassificado como um planeta anão em 2006. Os asteroides próximos da Terra têm órbitas que os tiram do cinturão. Os Troianos são dois grupos que seguem a órbita de Júpiter, um à frente dele e o outro atrás.

ÓRBITA DO ASTEROIDE

Aqui são mostrados o cinturão Principal, os Troianos e alguns asteroides individuais. Todos os asteroides orbitam o sistema planetário e giram na mesma direção dos planetas. Asteroides do cinturão Principal têm órbita de cerca de 3 a 6 anos e rotação de algumas horas.



MISSÕES A ASTEROIDES

O primeiro close-up de um asteroide nos foi dado pela sonda Galileo a caminho de Júpiter, em 1991. A NEAR foi a primeira sonda a estudar um asteroide em profundidade, orbitando Eros em fevereiro de 2000 e mais tarde pousando suavemente. Em 2005, a Hayabusa mapeou o asteroide Itokawa e coletou uma amostra da superfície, e em 2010, Rosetta fez um sobrevoo próximo do asteroide Lutetia.

IDA E DÁCTIL

O asteroide Ida, com 60km de comprimento, tem um minúsculo satélite, Dáctil (à direita). Como sua rotação se dá em 4,6 horas, a sonda Galileo fez fotos de quase toda a sua extensão ao sobrevoá-lo.

SUPERFÍCIE DE EROS

A NEAR captou 160 mil imagens desse asteroide em forma de batata. Revelou uma superfície crivada de crateras formadas pela colisão de outros asteroides. Depois a superfície foi aplainada por jatos de poeira.

IMPACTOS DE METEORITOS

Pedaços de asteroides grandes demais para se queimar por completo na atmosfera da Terra caem na sua superfície. Mais de 3 mil desses meteoritos com mais de um quilo atingem a Terra por ano. A maioria cai no mar. Cerca de 160 crateras de impacto foram identificadas – medem de alguns metros a 140km de diâmetro. A maioria formou-se há mais de 100 milhões de anos.

DANO POR IMPACTO EM JANELA DO ÔNIBUS ESPACIAL

Até pedaços de asteroide pequenos como grãos de poeira podem formar crateras numa colisão. As janelas do ônibus espacial são testadas para resistir a esse risco.

CRATERA BARRINGER

Esta cratera com 1,2km de largura no Arizona, nos EUA, formou-se quando um meteorito metálico com provavelmente 300m de largura atingiu a Terra há cerca de 50 mil anos.

COMPOSIÇÃO DOS METEORITOS

Os meteoritos são classificados por composição. Os mais comuns são os rochosos. Depois os metálicos, compostos principalmente de liga de ferro-níquel. Um número muito pequeno é de rocha e ferro, numa mistura similar à que formou os planetas rochosos. Outros tipos são fragmentos de asteroides que se diferenciaram em núcleos metálicos e superfícies rochosas.

6cm de comprimento, encontrado na Antártica

METÁLICO

ROCHA E FERRO

ROCHOSO

O CÉU NOTURNO

Observação

A astronomia é uma ciência a que amadores ainda podem dar valiosas contribuições. Apenas com um binóculo, ou mesmo a olho nu, podem avaliar a mudança de brilho de estrelas variáveis, contar os meteoros nas várias chuvas e registrar fenômenos atmosféricos como auroras. Com modestos telescópios, podem mapear o aumento e a redução do número de manchas solares e monitorar mudanças na superfície dos planetas. Amadores avançados podem fazer patrulhas visuais ou fotográficas para descobrir cometas, asteroides, novas e supernovas.

A PRIMEIRA PROVIDÊNCIA é se orientar em relação ao céu estrelado. Para isso, basta um par de binóculos e um guia como este. Comece identificando as estrelas mais brilhantes e aprendendo os padrões estelares mais proeminentes, que pode encontrar nas cartas da totalidade do céu nas p.228-77. Como as estrelas e constelações visíveis mudam ao longo do ano, à medida que a Terra orbita o Sol, o céu é ligeiramente diferente a cada mês. Enquanto padrões conhecidos deslizam sob o horizonte no

cheia, os aparecimentos dos planetas e os eclipses. Quando a Lua está acima do horizonte, sobretudo na época da Lua cheia, ela ilumina o céu e torna difícil ver objetos fracos, em particular nebulosas e galáxias. Tente fazer suas sessões de observação do céu profundo durante a Lua nova, quando o céu está mais escuro.

A ESCOLHA DO EQUIPAMENTO

Este capítulo sobre a observação do céu noturno também lhe diz como escolher um equipamento simples.

oeste, outros se elevam no leste. Quando for capaz de reconhecer as formas das principais constelações a cada mês, você poderá navegar delas para a parte menos brilhante do céu.

TELESCÓPIO AMADOR
Com modernos telescópios controlados por computador, a descoberta do céu por observadores amadores ficou mais fácil.

Binóculos devem ser o primeiro item da lista – são portáteis e de uso fácil. Para os que quiserem ir além do básico, os telescópios estão mais acessíveis que nunca e têm uma variedade muito maior. A astronomia amadora ingressou na era digital, com controles por computador que simplificam muito o uso dos telescópios, bem como chips eletrônicos que podem captar imagens do céu noturno que superam as de observatórios profissionais de alguns anos atrás. Esta é de fato uma época de ouro para a astronomia amadora. Apesar de todos esses avanços, a maioria dos amadores contempla as estrelas por puro prazer, sem esperar por descobertas científicas.

CÉUS VARIÁVEIS

Embora as estrelas visíveis a cada mês continuem as mesmas ao longo dos anos, a Lua e os planetas mudam sempre de posição. A informação listada no Almanaque (p.278-89) inclui as datas da Lua nova e

RASTROS DE ESTRELAS SOBRE O KITT PICK, NO ARIZONA
Nesta fotografia de longa exposição, estrelas giram em torno da Polaris (a mais brilhante, à esquerda do centro), enquanto a trapeira da cúpula de um telescópio fica aberta para observar o céu.

A aparência do céu

É conveniente pensar nas estrelas e outros corpos celestes como fixos no interior de uma enorme esfera – a esfera celeste. No centro desta esfera está a Terra, que gira como um pião de oeste para leste, completando uma rotação por dia. Em consequência, os objetos celestes parecem mover-se lentamente através do céu de leste para oeste.

ONDE NA TERRA

A observação da esfera celeste depende da sua latitude na Terra – isto é, a que distância está do equador, ao norte ou ao sul. Se você estivesse exatamente no polo norte da Terra, com o polo norte celeste precisamente sobre sua cabeça, só conseguiria ver o hemisfério norte do céu. Se estivesse no equador (com o equador celeste acima de você), seria capaz de ver tudo entre ele e os polos celestes, que estariam nos pontos cardeais Norte e Sul. À medida que a Terra girasse, os objetos na esfera celeste se levantariam no lado leste e se poriam no lado oeste, e você poderia vê-los no curso de um ano.

A maioria das pessoas, é claro, vive em latitudes intermediárias, tendo uma visão do céu intermediária entre esses dois extremos. São capazes de ver um hemisfério celeste todo durante um ano, mais parte do outro. Quanto mais perto você estiver do equador, maior porcentagem da esfera celeste poderá ver.

A ESFERA CELESTE
Embora as estrelas estejam a distâncias muito diferentes da Terra, a esfera celeste, uma relíquia da astronomia grega

rotação da Terra

equinócio da primavera (primeiro ponto de Libra)

antiga, continua sendo uma ferramenta útil para mapear o céu tal como visto da Terra. Os astrônomos usam pontos precisamente definidos em sua superfície como referência para descrever as posições das estrelas.

polo norte da Terra

estrelas estão fixas na superfície da esfera e parecem mover-se na direção oposta à da rotação da Terra

o Sol e os planetas não estão fixos na esfera celeste, estão girando numa trajetória circular ou perto dela, chamada eclíptica

movimento do Sol

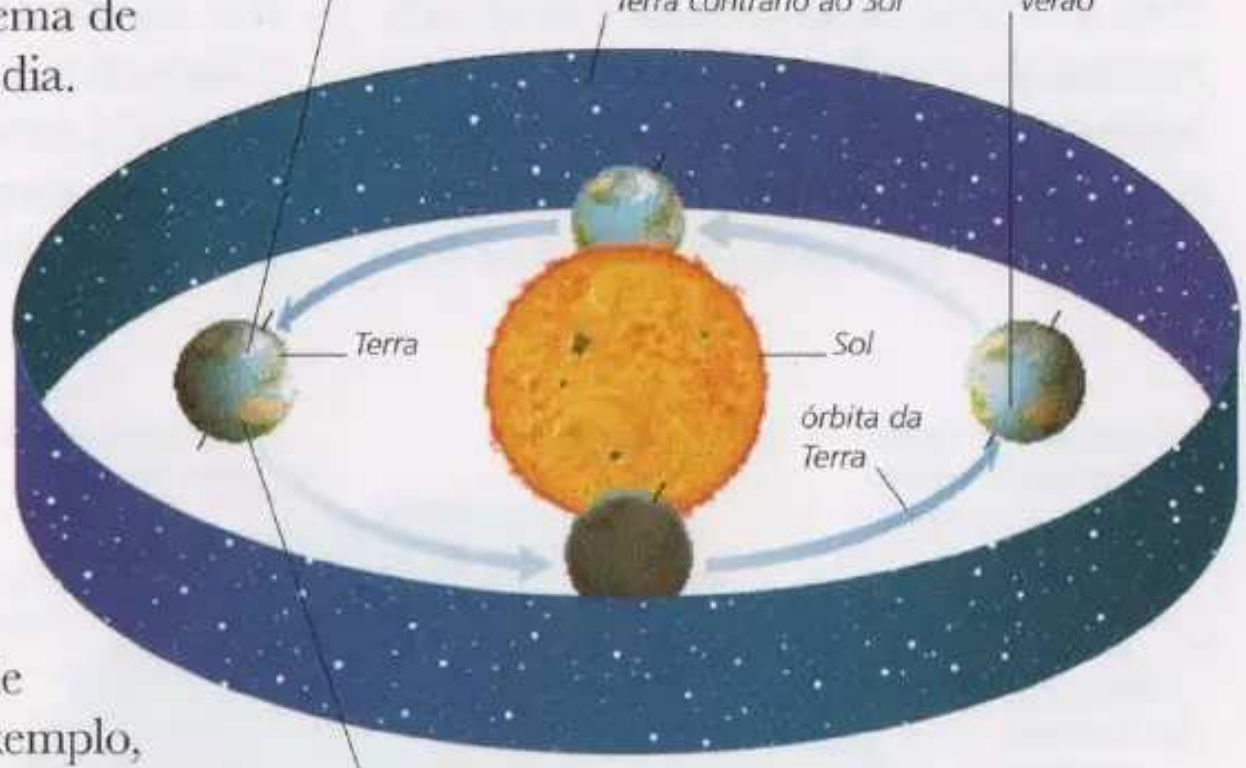
equador celeste – círculo na esfera celeste concêntrico com o equador da Terra

o polo sul celeste está abaixo do polo sul da Terra

equinócio vernal ou outonal (primeiro ponto de Áries), um dos dois pontos de interseção entre o equador celeste e a eclíptica

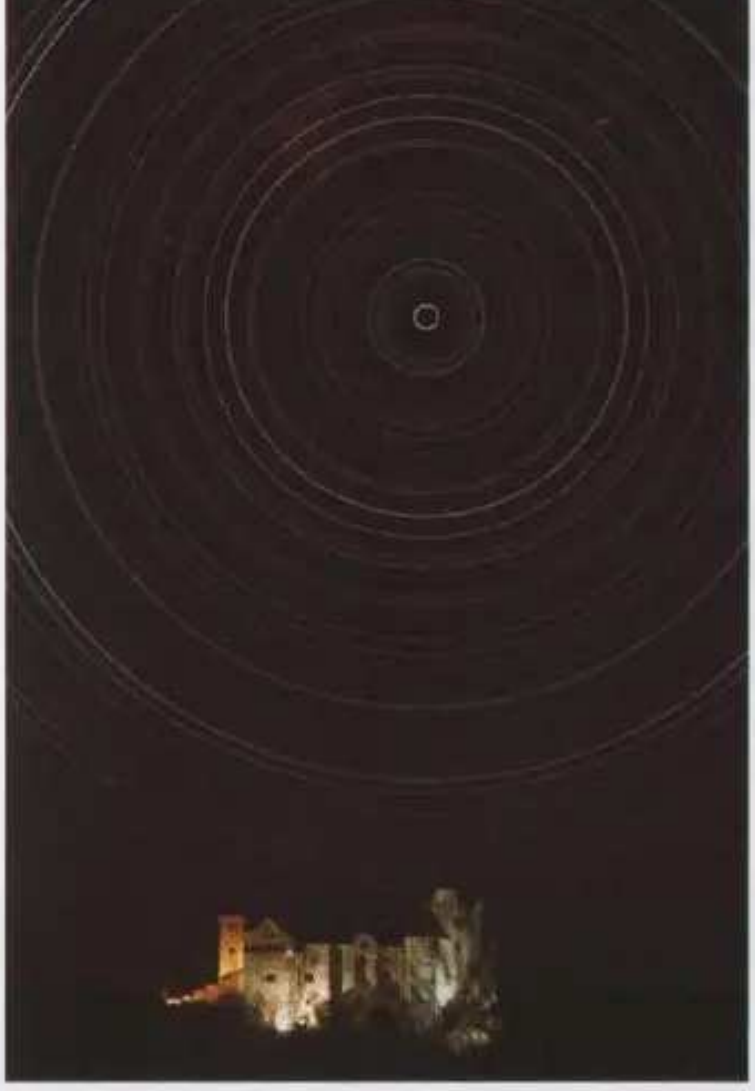
O CARROSSEL TERRESTRE

Os movimentos da Terra definem as duas divisões básicas do nosso sistema de registro do tempo: o ano e o dia. A Terra gira uma vez em torno do seu eixo a cada dia e leva um ano para orbitar o Sol. Enquanto a Terra avança em sua órbita, o Sol parece mover-se contra as estrelas distantes. Por isso parece haver uma mudança gradual nas estrelas visíveis de uma noite para outra. Por exemplo, constelações como Touro e Gêmeos, bem visíveis em janeiro e fevereiro, estarão atrás do Sol seis meses depois e perdidas na luz do dia. Passados mais seis meses, a Terra terá voltado ao ponto inicial e essas constelações voltarão a ser visíveis.



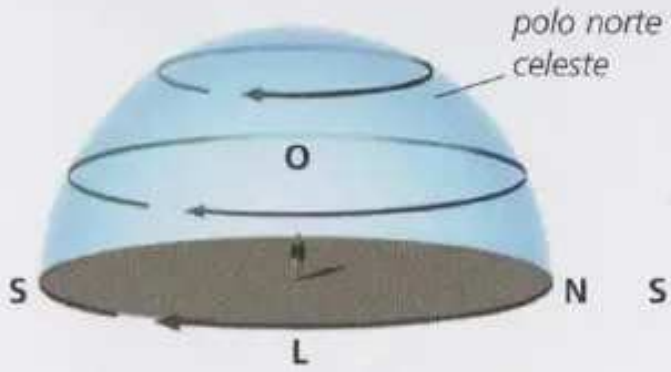
MUDANÇAS ANUAIS NO CÉU NOTURNO
A cada ano, à medida que a Terra orbita o Sol, ele parece mover-se contra o pano de fundo das estrelas. Durante o ano, o Sol passa diante de uma faixa de constelações conhecida como zodíaco.

AO REDOR DO POLO

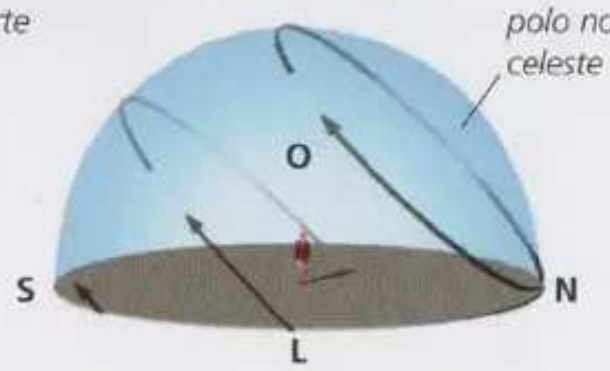


A menos que você esteja muito próximo do equador, parte do céu ao redor do polo celeste ficará sempre acima do horizonte enquanto a Terra gira. As estrelas nessa área circulam ao redor do polo sem se pôr – são chamadas circumpolares. A quantidade de céu que é circumpolar aumenta com a distância que o separa do equador. Por exemplo, vistas da latitude 30°, estrelas dentro de 30° do polo celeste são circumpolares, ao passo que da latitude 50°, estrelas dentro de 50° são circumpolares.

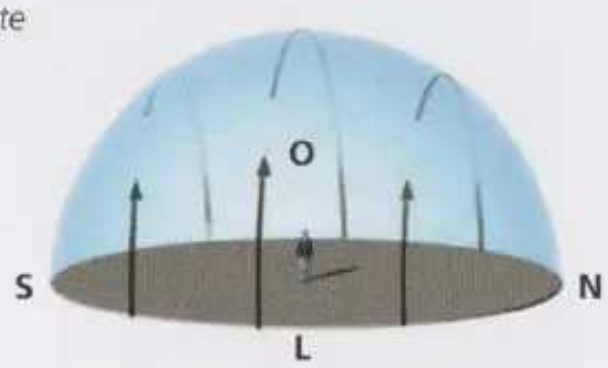
CÉU CIRCULAR SOBRE VIENA
Fotografias de longa exposição revelam o movimento das estrelas no céu noturno. Esta imagem do céu sobre Viena, na Áustria, é resultado de uma exposição relativamente curta, em que os rastros das estrelas foram digitalmente alongados para criar círculos completos. Polaris é o pequeno ponto brilhante perto do centro.



MOVIMENTO NO POLO NORTE
Todos os objetos parecem circular o polo celeste sem se levantar ou se pôr. O movimento é no sentido horário no polo norte, anti-horário no sul.



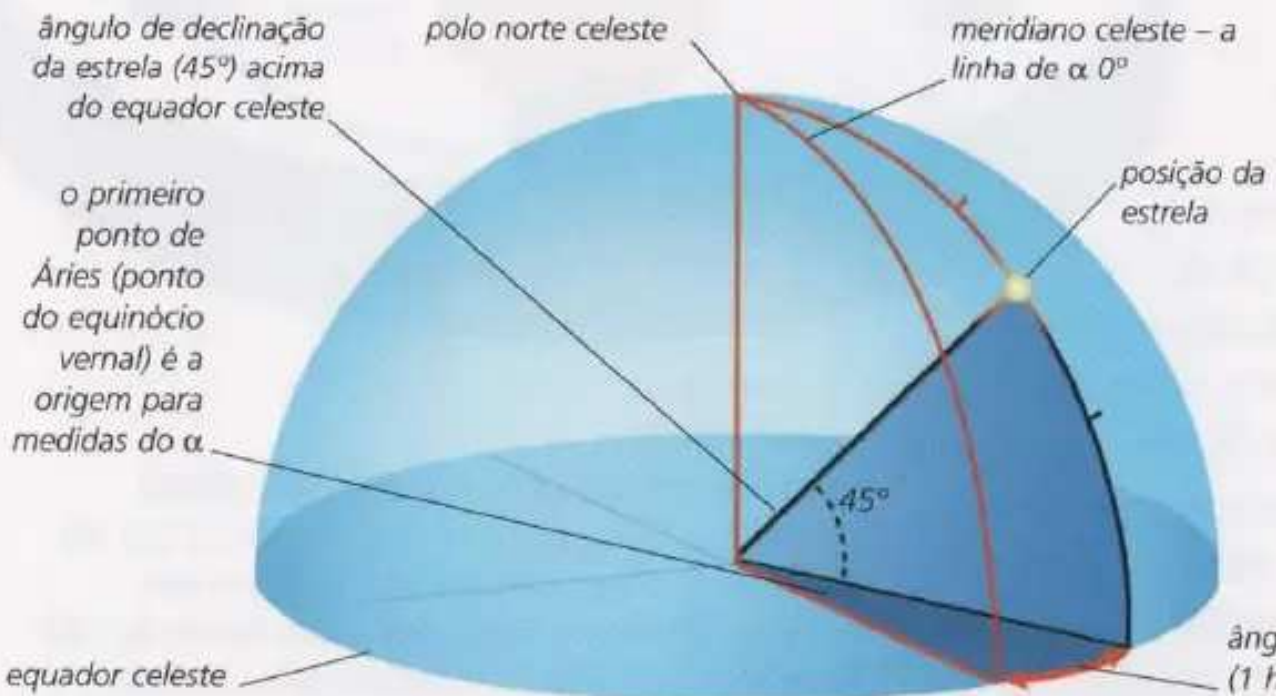
MOVIMENTO EM LATITUDE INTERMEDIÁRIA
A maioria dos objetos se levanta no lado leste, cruza o céu obliquamente e se põe no lado oeste; outros são circumpolares e circundam o polo celeste.



MOVIMENTO NO EQUADOR
Todos os objetos parecem se levantar verticalmente no lado leste, cruzar o céu e cair verticalmente para se pôr no lado oeste.

SISTEMA DE COORDENADAS

Para apontar objetos na esfera celeste com precisão, os astrônomos usam um sistema de coordenadas similar ao de latitude e longitude. Ascensão reta (α) é o equivalente a longitude; e declinação (δ) equivale a latitude. É mais fácil compreender a declinação, por ser graduada como a latitude terrestre, de 0° no equador celeste a 90° nos polos celestes. Já a ascensão reta é dividida em 24 horas, porque a esfera celeste parece girar uma vez nesse tempo. O α corre de oeste para leste, direção em que a Terra gira.



O REGISTRO DA POSIÇÃO DE UMA ESTRELA
A estrela neste diagrama tem uma declinação de 45° e uma ascensão reta de uma hora, ou 15°. O α é o ângulo do objeto medido a partir do meridiano celeste, que cruza o equador celeste no primeiro ponto de Áries.

RODOVIA NO CÉU

A eclíptica é a rodovia que o Sol parece seguir contra o pano de fundo das estrelas à medida que a Terra o orbita a cada ano. Se o eixo da Terra fosse perpendicular à sua órbita, a eclíptica coincidiria com o equador celeste. Como o eixo da Terra está inclinado a 23,5°, a eclíptica forma um ângulo de 23,5° em relação ao equador celeste. A eclíptica corta o equador celeste em dois pontos, os equinócios. Quando o Sol está nestes pontos, no fim de março e no fim de setembro, o dia e a noite têm igual comprimento no mundo todo. A ascensão reta começa a partir da posição do equinócio de março, assim como o meridiano de Greenwich marca o ponto zero de longitude na Terra.

Todos os planetas orbitam num plano estreito que permanece próximo da eclíptica. A faixa de constelações que a eclíptica atravessa é chamada de zodíaco.

DIFERENÇAS SAZONAIS

A inclinação da Terra provoca diferenças sazonais. Os trajetos do Sol pelo céu aparecem aqui tal como vistos de latitudes norte intermediárias nos solstícios de verão e inverno (no alto, embaixo) e nos equinócios (meio).

O BAMBOLEIO DA TERRA

A Terra oscila no espaço muito devagar, de modo que seu eixo traça um círculo na esfera celeste. Esse efeito é chamado "precessão" e uma oscilação completa leva 25.800 anos. Por causa da precessão, a posição dos dois polos celestes entre as estrelas muda lentamente. No ano 2000, Polaris estava a 0,75° (1,5 diâmetro da Lua) do polo celeste exato; em 2100, estará a quase 0,5° de distância, o mais perto que chegará. Os efeitos da precessão são pouco visíveis ao olho humano.

MOVIMENTO DOS PLANETAS

A Lua e os planetas movem-se constantemente. Os planetas interiores – Mercúrio e Vênus – permanecem perto do Sol. É difícil ver Mercúrio, pois em geral está baixo e perdido no crepúsculo; mas Vênus resplandece como a Estrela da Manhã ou da Tarde, dependendo do lado do Sol em que esteja. Os planetas externos visíveis a olho nu – Marte, Júpiter e Saturno – podem ser vistos em qualquer parte do céu, como estrelas brilhantes entre as formas conhecidas das constelações.

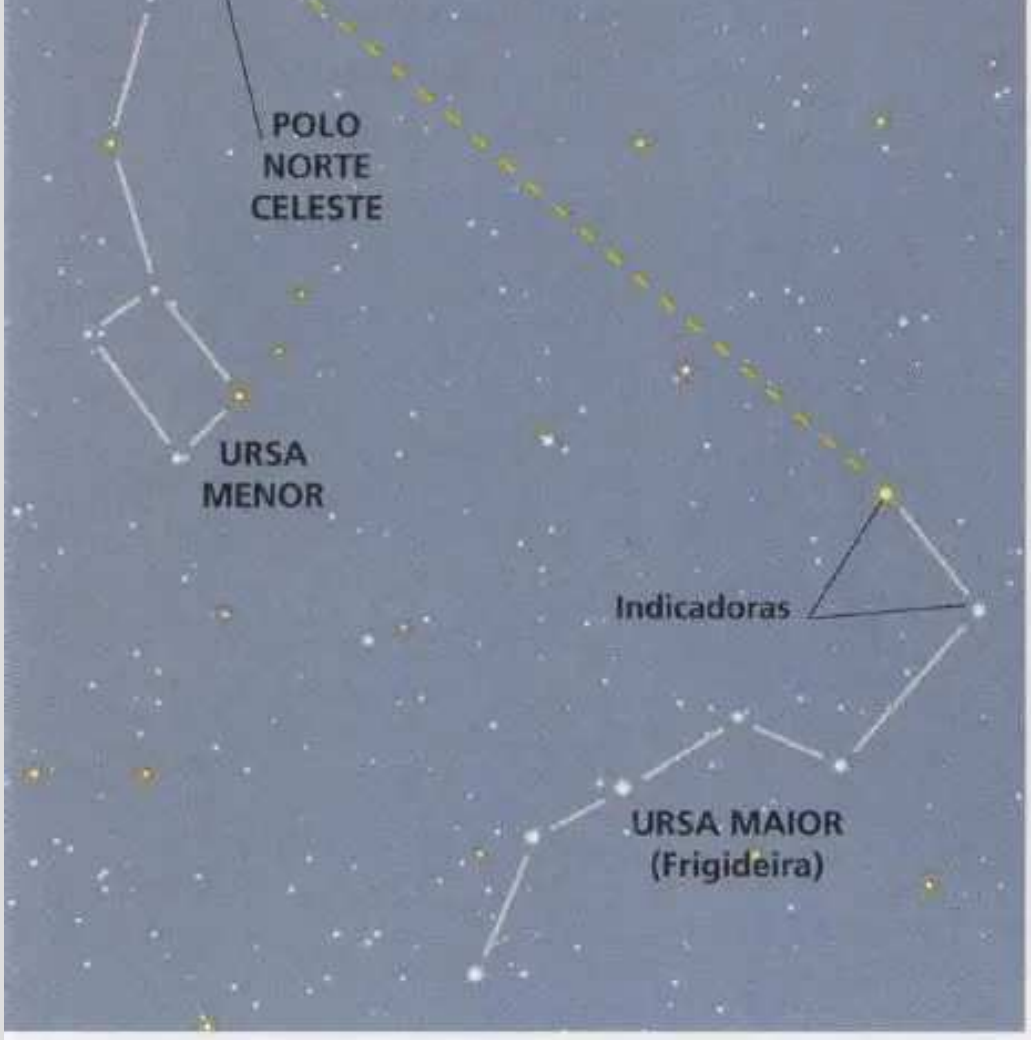
ESTRELA DA TARDE
Ao se pôr depois do Sol, Vênus é conhecida como Estrela da Tarde. Aqui a vemos no crepúsculo vespertino perto da Lua crescente.

COORDENADAS DAS ESTRELAS
Como a precessão muda as coordenadas das estrelas, para um cálculo preciso as posições nos catálogos referem-se a uma data-padrão chamada época. Os catálogos e cartas atuais são para a Época 2000; e estavam exatamente corretos em 1º jan 2000.

Encontre o que deseja

Os viajantes na Terra sempre usaram o polo celeste como ponto de referência. Para você encontrar o que deseja no céu, há técnicas úteis que permitem medir ângulos e distâncias aparentes entre objetos no céu sem a necessidade de qualquer equipamento.

PARA ENCONTRAR O POLO NORTE
O principal guia para Polaris é um dos padrões mais conhecidos no céu – as sete estrelas da Ursa Maior que delineiam uma grande concha ou



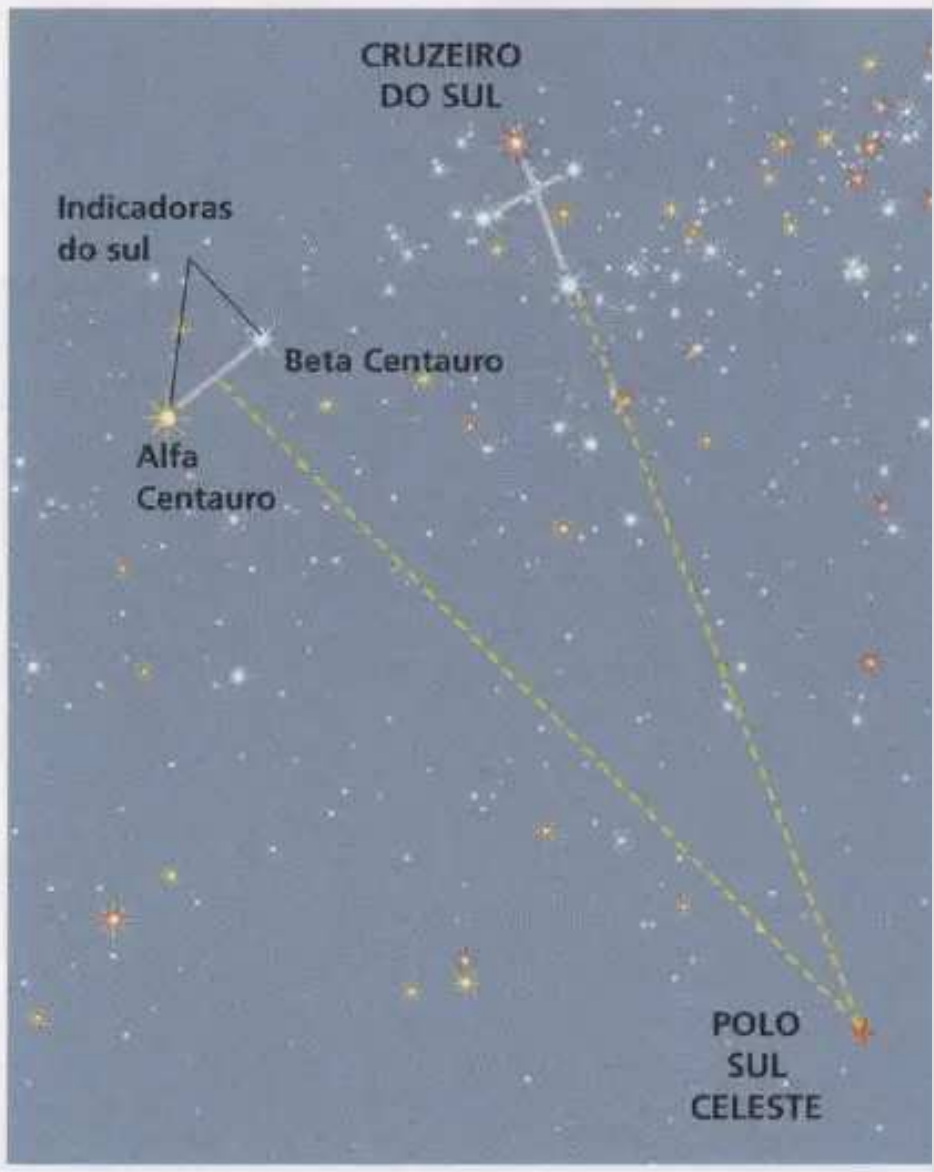
frigideira, sempre visível de latitudes acima de 40° norte. Duas estrelas no bojo da concha, α (Alfa) e β (Beta) da Ursa Maior, são conhecidas como as Indicadoras, porque indicam a posição do polo norte celeste.

1 Primeiro localize a constelação da Ursa Maior (também conhecida como Carro Maior; Frigideira), depois identifique as Indicadoras, α e β Ursa Maior, do lado direito da Frigideira. Imagine que uma linha reta conecta as duas estrelas.

2 Tendo em mente a distância entre as duas estrelas, estenda essa linha cinco vezes para chegar perto da estrela polar, Polaris. De segunda magnitude, Polaris é a estrela mais brilhante em Ursa Menor. Seu brilho varia, mas isso é invisível a olho nu.

PARA ENCONTRAR O POLO SUL

No céu austral, o Cruzeiro do Sul serve como indicador para o polo celeste. Estenda o eixo maior da cruz cinco vezes para chegar ao polo sul, área sem estrela notável. Como outro guia aproximativo, o polo sul celeste forma um triângulo equilátero com as brilhantes estrelas Canopus e Achernar.



1 Primeiro localize a conhecida forma de cruz, o Cruzeiro do Sul (mais alto nas noites de abril e maio). É uma das menores constelações, mas também uma das mais nítidas. Depois localize as duas estrelas brilhantes em Centauro, Alfa e Beta Centauro, conhecidas como Indicadoras do Sul.

2 Imagine uma linha ligando o topo do Cruzeiro do Sul à base e estenda-a cinco vezes. Depois imagine uma linha reta que saia da metade do caminho entre as Indicadoras para cruzar a linha traçada a partir da cruz. O polo fica onde as duas linhas se cruzam.

ÂNGULOS NO CÉU

A posição de um objeto no céu pode ser descrita pela altura e o azimute. A altura é a distância acima do horizonte em graus (0° o horizonte e 90° diretamente acima da cabeça). O azimute é a distância angular do objeto medida a partir do norte. Ao norte é azimute 0°, ao leste é 90°, ao sul, 180°, e assim por diante. A altura e o azimute de um objeto mudam à medida que a Terra gira. Um programa de computador do tipo planetário lhe dirá a altura e o azimute de um objeto a qualquer momento e a partir de qualquer local.

O BRILHO DAS ESTRELAS

O brilho de uma estrela tal como ela aparece no céu é denominado magnitude aparente, e isso é mostrado nas cartas estelares por pontos de diferentes tamanhos. Hoje o brilho das estrelas pode ser medido com precisão, antes os

MEDIDA DA ALTURA

Você pode estimar as alturas de objetos celestes acima do horizonte com os braços. A altura do objeto mostrado aqui é 45°, a meio caminho entre o horizonte e o zênite (ponto precisamente acima de você).

MEDIDA DO AZIMUTE

Mede-se o azimute no sentido horário em torno do horizonte a partir do norte e você também pode estimá-lo com os braços. Aqui o objeto está no nordeste num azimute de 45°. Se estivesse no noroeste, o azimute seria 315°.

CÁLCULO DE TAMANHO

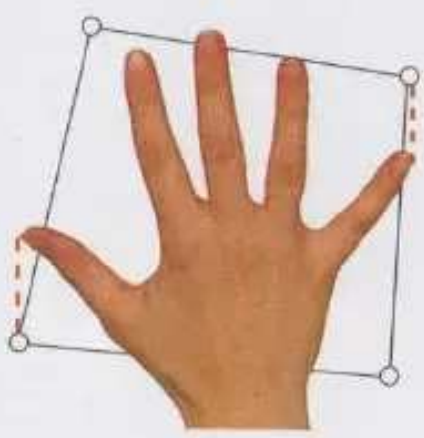
Os tamanhos dos objetos na esfera celeste e as distâncias entre eles são medidos em graus e partes de um grau. Use a própria mão como régua. Seu dedo à distância de um braço tem cerca de 1° de largura, mais do que suficiente para cobrir a largura de meio grau do Sol ou da Lua. Uma mão à distância de um braço tem cerca de 10° de largura; se os dedos estiverem abertos, tem cerca de 16° de largura. Como as mãos das pessoas são diferentes, meça você mesmo as distâncias entre as estrelas brilhantes e os tamanhos das várias constelações.

LARGURA DO DEDO

A Lua e o Sol têm ambos apenas meio grau de largura e podem ser facilmente cobertos com um indicador à distância de um braço.

MÃO FECHADA

As costas de uma mão fechada têm cerca de 10° de largura, a medida da Frigideira no céu noturno.



MÃO ABERTA

Uma mão com os dedos abertos (vista aqui contra o quadrado de Pegasus) tem cerca de 16° de largura.

astrônomos dividiam as estrelas em seis grandes grupos, da 1ª magnitude (a mais brilhante) à 6ª (as mais fracas visíveis a olho nu).

CLASSIFICAÇÃO

Cada passo na escala de magnitude é igual a uma diferença de brilho de cerca de 2,5 vezes; assim, uma estrela de 1ª magnitude é 100 vezes mais brilhante que uma de 6ª magnitude. Estrelas mais brilhantes que as de 1ª magnitude recebem valor zero ou negativo. Sirius, a estrela mais brilhante, é de magnitude -1,44. O brilho aparente de uma estrela é afetado por sua real emissão de luz e pela distância que está de nós.

OUTROS OBJETOS

Aplica-se a escala de magnitude também a outros objetos celestes. Por exemplo, Vênus, o mais brilhante planeta no céu noturno, pode atingir magnitude -4,7, ao passo que a Lua tem magnitude -12,7.

A LUA E VÊNUS

O início da observação

Uma das primeiras coisas que você precisa saber é o que pode ser visto no céu num momento particular. Um útil instrumento portátil é uma carta circular de estrelas, o planisfério. O Guia Mensal do Céu deste livro (p.228-77) é outro guia útil.

CUIDADOS AO SAIR

Antes de sair, agasalhe-se bem, pois mesmo noites amenas podem ficar frias e úmidas após certo tempo. Adote uma posição confortável, sentando-se numa cadeira reclinável. À noite seus olhos ficarão mais sensíveis, processo de adaptação ao escuro, mas isso ocorre lentamente. Por isso, ao sair de um ambiente muito iluminado, espere pelo menos dez minutos para que seus olhos se ajustem antes de começar a observar.

PLANISFÉRIOS

O planisfério é um instrumento portátil simples para o estudo do céu. Consiste numa base em que as estrelas visíveis de determinada latitude estão marcadas sob uma máscara giratória. As direções no horizonte estão marcadas em torno da borda, tornando-o fácil de usar. Ao olhar para o Sul, por exemplo, você deve segurar o planisfério de maneira que o Sul fique embaixo, e assim por diante.

O USO DO PLANISFÉRIO

Para usar um planisfério, gire a máscara até que a hora desejada se alinhe com a data (lembre-se de deduzir uma hora durante o horário de verão). As estrelas acima do horizonte nessa hora e data aparecerão na área vazada da máscara. O giro da máscara mostrará como as estrelas se elevam e se põem no curso da noite. Norte, Sul, Leste e Oeste estão marcados na borda da máscara, correspondendo às direções em seu horizonte.

USE UMA LANTERNA VERMELHA

A luz vermelha não destrói a adaptação ao escuro, ao contrário das luzes verde e azul. Por isso, quando precisam ler ou escrever à noite, os observadores usam uma luz vermelha, como uma lanterna com um filtro vermelho.

PLANETAS EM MOVIMENTO

Os planetas estão sempre em movimento e é mais fácil vê-los em certas ocasiões. Os interiores (ou inferiores), Mercúrio e Vênus, nunca veis a noite toda. Em oposição, os planetas exteriores parecem mais brilhantes; em conjunção, ao contrário, estão atrás do Sol e

aparecem muito longe do Sol. Sua distância máxima do Sol é chamada elongação máxima, seja a leste (céu vespertino) ou a oeste (céu matutino) dele. São invisíveis por volta dos momentos da conjunção superior ou inferior, embora por vezes cruzem na frente do Sol na conjunção inferior, causando um trânsito. Os planetas exteriores (ou superiores) podem se situar em qualquer lugar da eclíptica e estão mais visíveis em oposição próxima. Quando em posição precisamente oposta à do Sol, são visíveis.

Os planisférios são fáceis de usar, baratos, portáteis e nunca ficam desatualizados. Suas desvantagens são: não mostrar as posições dos objetos móveis como a Lua e os planetas, só funcionar para a latitude a que se destinam e representar apenas os objetos mais brilhantes. Um planisfério pode ser usado até 5° da latitude para a qual se destina; depois disso torna-se perceptível a discrepância com o céu.

CÉU DIGITAL

Existem sofisticados programas do tipo planetário para todos os tipos de computadores. Com eles você pode ver o céu tal como aparece de qualquer lugar da Terra, a qualquer hora. Pode viajar à vontade para o futuro ou o passado, por exemplo, para ver que aparência tinha o céu no dia em que você nasceu.

Esses programas lhe permitem acompanhar os movimentos do Sol, da Lua e dos planetas; dar zoom em áreas escolhidas; e ver simulações de eclipses.

Você também pode acrescentar ao banco de dados do programa as informações orbitais sobre cometas recém-descobertos e o software calculará automaticamente o movimento do objeto através do céu.

ESTRELAS EM DETALHE
Softwares lhe permitem dar zoom em áreas do céu para uma visão mais próxima. Clicando num objeto você obtém informação detalhada. Aqui, vê-se a metade norte de Órion com um programa chamado Cartes du Ciel.

PLANETÁRIOS NO COMPUTADOR
Programas de computador funcionam como observatórios virtuais, permitindo-lhe explorar o céu tal como aparece de qualquer lugar e a qualquer hora. Seus bancos de dados contêm milhões de estrelas e objetos do céu profundo.

Binóculos

Binóculos

Binóculos são o instrumento ideal para iniciantes. São baratos, portáteis, fáceis de usar e o ajudarão a encontrar o que deseja no céu noturno antes de passar para um telescópio.

MANTENHA O BINÓCULO FIRME
Para uma visão mais firme ao usar binóculo, apóie os cotovelos em algo como os braços de uma cadeira. Uma alternativa é sentar-se com os cotovelos apoiados nos joelhos.

ABERTURA E AMPLIAÇÃO

Um binóculo pode ser visto como dois pequenos telescópios unidos. Dentro dele, dois prismas reduzem a trajetória da luz, o que os torna mais compactos que um telescópio normal. Todo binóculo é marcado com dois números, como 7 × 40 ou 10 × 50. O primeiro é a ampliação, aumento em relação à visão a olho nu. O segundo é a abertura (isto é, a largura) das lentes frontais medida em milímetros. Maiores aberturas permitem a entrada de mais luz, tornando objetos menos brilhantes visíveis. Binóculos de grande abertura, porém, são também inevitavelmente mais pesados e caros. Há binóculos capazes de dar zoom, mas em geral produzem imagens inferiores.

CAMPO DE VISÃO

O campo de visão (ou "campo") dos binóculos em geral tem 3° a 5° de largura, o equivalente a de 6–10 diâmetros da Lua. Isso é muito mais que o campo da maioria dos telescópios, permitindo-lhe examinar grandes áreas de uma só vez. Alguns objetos se ajustam bem à observação com binóculo: cometas com caudas longas, aglomerados de estrelas espalhados e campos de estrelas da Via Láctea.

FOCAGEM DO BINÓCULO

Para melhores resultados, o binóculo deve ser ajustado aos olhos do usuário. Primeiro, gire cada metade do binóculo em torno da barra central até que a distância entre as oculares corresponda à distância entre seus olhos. Para focar, a maioria dos binóculos tem um anel na barra central, além de uma ocular individualmente ajustável. Em alguns modelos, é preciso ajustar ambas as oculares individualmente.

FOCO ESQUERDO

1 Feche o olho do lado da ocular ajustável. Gire o anel central para focar a imagem que vê com o outro olho.

FOCO DIREITO

2 Agora feche o outro olho e gire a ocular individualmente ajustável para pôr esse olho em foco.

3 Agora basta girar o anel central para pôr ambos os olhos em foco simultaneamente.

A escolha do binóculo

Ao comprar um binóculo, leve em conta o usuário – uma criança, por exemplo, precisará de um menor, mais leve. Não se deixe tentar por binóculos que prometem grande ampliação combinada com abertura pequena, pois as imagens resultantes serão fracas e vagas. Para uso astronômico, a abertura de um binóculo deve ser pelo menos cinco vezes maior que o número de ampliação. Binóculos com razão menor são bons durante o dia, mas produzirão imagens mais fracas à noite.

BINÓCULOS COMPACTOS

Prismas Roof permitem uma trajetória direta da luz, resultando num design compacto com tubos retos. Como as lentes são relativamente pequenas, não são a melhor escolha para astronomia.

A LUA VISTA COM BINÓCULO COMPACTO

BINÓCULOS-PADRÃO

Nesses binóculos, o feixe de luz (linha amarela) é reduzido por dois prismas antes de sair na ocular, como mostrado aqui. Prismas desse tipo são chamados prismas Porro. Alguns binóculos têm protetores de borracha nas oculares para vedar a luz. Quem usa óculos pode empurrá-los para aproximar mais os olhos das oculares.

A LUA VISTA COM UM BINÓCULO-PADRÃO

BINÓCULOS GRANDES

Quanto mais um binóculo ampliar, mais a imagem parecerá tremer por causa dos movimentos da sua mão. A solução é montá-lo num tripé. Melhor ainda, embora mais caro, é uma montagem binocular especializada, disponível nos fornecedores de telescópios.

Binóculos mais novos, com estabilizador de imagem, sentem o movimento e ajustam os prismas de acordo. Eliminam bem o tremor das mãos, mas não movimentos mais lentos. Embora também portáteis, esses binóculos são mais pesados e mais caros que os padrão.

A LUA VISTA COM BINÓCULO GRANDE

MONTAGENS BINOCULARES

Os binóculos grandes e pesados, com ampliações maiores que 10 vezes, necessitam uma montagem de tripé. Estes são binóculos 25 x 100 montados, usados para visão do céu profundo.

Astronomia com telescópio

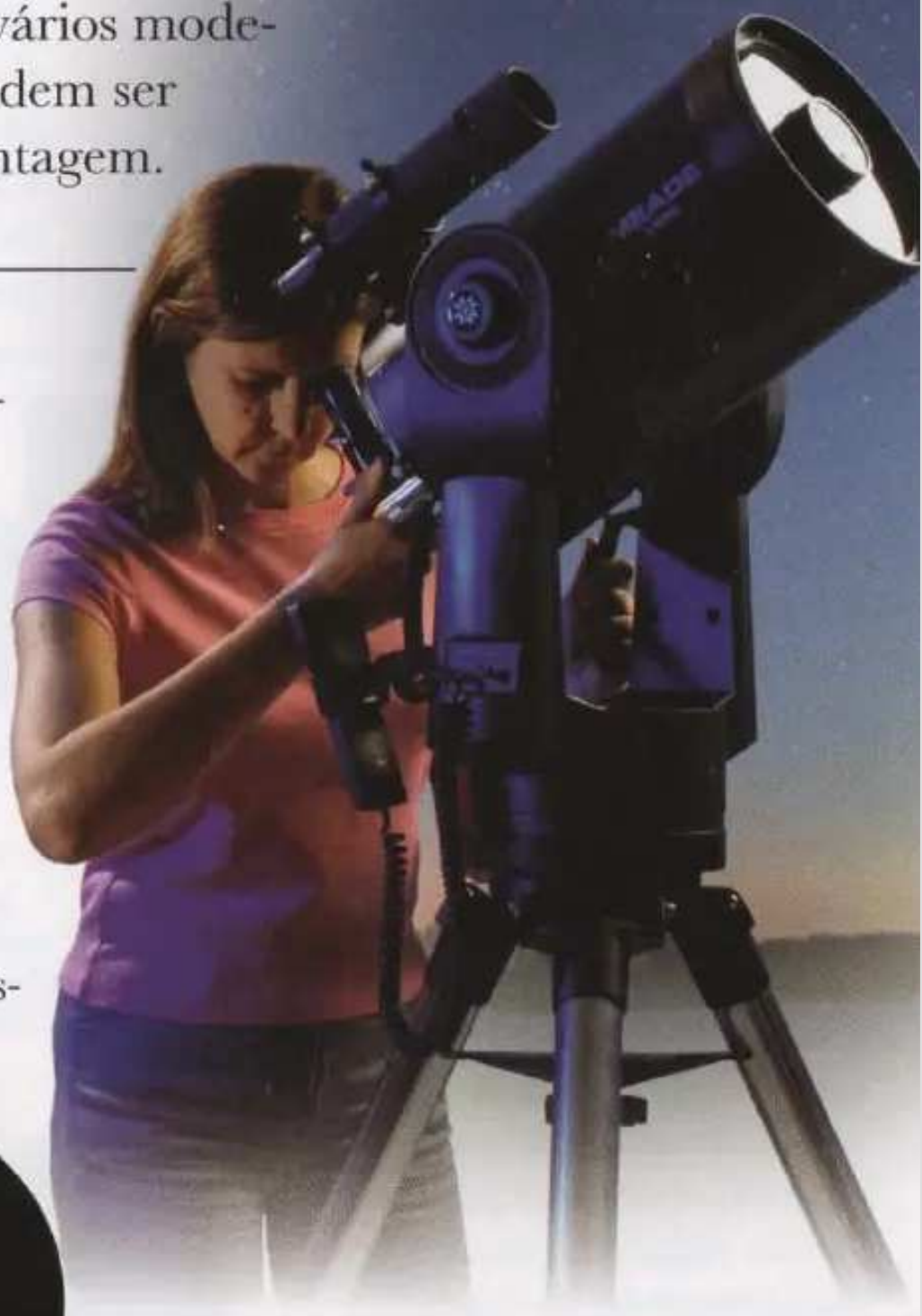
Para ver mais do que com binóculo, você precisará de um telescópio. Há vários modelos de telescópio amador que podem ser apoiados em vários tipos de montagem.

A CAPTAÇÃO DA LUZ

O quanto você pode ver com um telescópio depende da abertura que ele tenha. Aberturas maiores captam mais luz, mostrando objetos mais fracos e detalhes mais sutis. Mas lentes grandes são caras, pesadas e requerem tubos mais longos. Por isso, para telescópios com mais de 100mm de abertura, astrônomos amadores recorrem a refletores, que usam espelhos, e catadióptricos, um modelo híbrido. Todos os grandes telescópios profissionais são refletores.

SATURNO POR UMA ABERTURA DE 76mm

SATURNO POR UMA ABERTURA DE 304mm



CLOSE-UP

Telescópios controlados por computador são hoje muito procurados. Este é um telescópio Schmidt-Cassegrain de 200mm numa montagem GOTO, que encontra e rastreia objetos automaticamente (p.143).

OCULARES E AMPLIAÇÃO

Os telescópios têm oculares intercambiáveis e a ampliação depende da distância focal da ocular usada: quanto mais curta, maior a ampliação. Toda ocular é marcada com sua distância focal em milímetros e esta deve ser dividida pela distância focal do telescópio para se saber o poder de ampliação final. Por exemplo, num telescópio com distância focal de 1.200mm, uma ocular com distância focal de 25mm produzirá um aumento de 48 vezes. No mesmo telescópio, uma ocular de 10mm dará uma ampliação de 120 vezes. Na prática, a maior ampliação possível num telescópio sem que a imagem fique apagada e imprecisa é o dobro da

VISÃO NORMAL

OCULAR NORMAL

VISÃO DE GRANDE-ANGULAR

GRANDE-ANGULAR

TIPOS DE OCULAR

Oculares de potência média são melhores para estudos planetários e lunares, e as de potências mais altas para estrelas duplas próximas e detalhes planetários. Com um campo de visão mais amplo que as oculares normais, as de grande-angular são úteis para objetos como

abertura em milímetros.

aglomerados de estrelas, nebulosas e galáxias.

Tipos de telescópio

Há três tipos principais à escolha. Os telescópios refratores captam e focam a luz com uma lente. Os telescópios refletores usam um espelho para o mesmo fim. Os telescópios catadióptricos usam uma combinação de espelhos e lentes.

TELESCÓPIOS REFRATORES

Na ponta da frente do tubo de um refrator fica a lente principal, lente objetiva. A luz que penetra nessa lente é levada para um foco na ponta oposta do tubo, onde é colocada a ocular. Quase todos os telescópios pequenos são refratores.

TELESCÓPIOS REFLETORES

Empregam espelhos para captar luz e focá-la na ocular. Um espelho principal côncavo serve ao mesmo fim que a lente objetiva num refrator. O espelho principal fica na ponta inferior do tubo. A luz que incide nele é refletida de volta tubo acima até um espelho menor, chamado secundário, que desvia o feixe para uma ocular no lado do tubo. O modelo, chamado newtoniano em homenagem a Newton, que foi seu criador, é o tipo mais usado.

TELESCÓPIOS CATADIÓPTRICOS

São refletores com uma lente fina, chamada lâmina corretora, na frente do tubo para aumentar o campo de visão. A luz passa por essa lâmina e segue para o espelho principal, de onde é refletida para um secundário convexo, em geral preso à parte de trás da lâmina corretora. O secundário reflete a luz tubo abaixo até a ocular, posicionada no centro do espelho principal. Apreciados

O QUE VOCÊ VÊ

Como consequência natural das leis da óptica, todos os telescópios astronômicos produzem a imagem de cabeça para baixo e invertida da esquerda para a direita. Para reproduzir a visão habitual, como acontece com os binóculos e as miras terrestres, uma lente extra introduzida na ocular põe a imagem na posição correta. Mas essa lente encarece o instrumento e absorve alguma luz. Para fins astronômicos ela é dispensada por ser totalmente desnecessária. É por isso que muitas imagens astronômicas aparecem com a indicação "sul" no alto.

por serem compactos e portáteis, os catadióptricos são mais caros que os refletores.

MONTAGENS DE TELESCÓPIO

Dois tipos principais de montagem podem ser usados para qualquer telescópio. A montagem mais simples é conhecida como altazimutal. É conveniente para refletores porque a ocular fica na ponta superior do tubo, diferentemente dos refratores, em que a ocular está na ponta inferior e precisa ser elevada por um tripé para que se possa ver através dela. Um prisma pode ser usado na ponta da ocular para melhorar a posição de visão.

MONTAGEM ALTAZIMUTAL
Uma montagem simples permite ao telescópio girar livremente para os lados (em azimute), para cima e para baixo (em altura). Não requer instalação ou ajuste especial. Montagens altazimutais são muito usadas para pequenos refratores e refletores.

MONTAGEM DOBSONIANA
Forma barata e apreciada de montagem em que a ponta inferior do tubo do telescópio repousa numa caixa ou forquilha.

A montagem equatorial é mais sofisticada. Há muitas variedades dela, mas todas têm um traço comum: um dos eixos é alinhado de modo a apontar para o polo celeste. O tubo do telescópio é preso ao outro eixo, chamado eixo de declinação. As montagens equatoriais são frequentemente movidas a motor, para uma observação com as mãos livres. Uma fonte de energia, bateria ou rede elétrica, é necessária.

MONTAGEM EQUATORIAL
Numa montagem equatorial um dos eixos é alinhado de modo a apontar para o polo celeste. Depois de alinhado, pode-se conduzir o telescópio para seguir uma estrela simplesmente girando o eixo que aponta para o polo à medida que a Terra gira. O tipo de montagem equatorial mais usado com pequenos telescópios refratores é chamado montagem germânica. Esta tem um contrapeso no eixo de declinação para equilíbrio.

ALINHAMENTO POLAR

Para funcionar bem, uma montagem equatorial deve estar alinhada. Primeiro a montagem deve ser ajustada à sua latitude e depois nivelada. O eixo polar deve estar alinhado de modo a apontar para o polo celeste. Isso

pode ser feito com a ajuda de uma bússola ou da mira visual aproximada da região polar do céu à noite. O alinhamento aproximado é satisfatório para a maioria das exigências normais da observação, mas tem de ser preciso para o acompanhamento exato durante a astrofotografia. Há processos especiais de alinhamento para telescópios GOTO controlados por computador.

MONTAGENS EM FORQUILHA

Muitos telescópios catadióptricos usam uma montagem em forquilha, altazimutal ou equatorial. Para telescópios menores, como este refrator, a forquilha pode ter só um braço, como mostrado aqui. A única diferença entre a montagem em forquilha altazimutal e a equatorial é que a base é inclinada num ângulo equivalente à sua latitude, de modo que o eixo azimutal torna-se o eixo polar.

TELESCÓPIOS COMPUTADORIZADOS

Os computadores revolucionaram muitos aspectos da nossa vida e a astronomia não é exceção. Nos últimos anos, telescópios controlados por computador, capazes de encontrar e rastrear objetos automaticamente, tornaram-se populares e cada vez mais acessíveis. Chamados telescópios GOTO, são acionados por um controle remoto em que você pode teclar o nome ou as coordenadas do objeto que deseja encontrar, ou escolher numa lista. Telescópios GOTO podem ser controlados também por um PC com um programa adequado, que dê acesso a um banco de dados de objetos ainda maior. Diferente das montagens altazimutais tradicionais, que não são motorizadas, telescópios GOTO com montagens altazimutais podem rastrear objetos automaticamente à medida que a Terra gira. A precisão é adequada à observação visual, mas para o rastreamento mais preciso, sobretudo para fotografia de longa exposição, uma montagem equatorial ainda é preferível. Veja como preparar um telescópio GOTO.

1 Tecle no controle remoto a data, a hora e sua localização; montagens mais sofisticadas têm um receptor de Sistema de Posicionamento Global (GPS), que coleta essa informação automaticamente de satélites com grande precisão.

2 Alinhe o telescópio apontando-o sucessivamente para duas ou mais estrelas bem distantes. Estas podem ser de sua escolha, mas em alguns modelos o telescópio gira automaticamente para uma estrela brilhante que você deve centrar no campo de visão. Assim calibrado, o computador pode encontrar outros objetos com facilidade e precisão.

VISÃO PELA BUSCADORA

3 Use o teclado de novo para inserir os detalhes do que gostaria de ver. Se preciso, use os controles manuais para centrar o objeto no campo de visão.

Astrofotografia

A fotografia tem duas vantagens principais sobre a observação visual – guarda um registro permanente do que é visto e longas exposições podem formar imagens de objetos muito mais fracos que os visíveis a olho nu. A astrofotografia é apreciada por muitos amadores.

A CAPTAÇÃO DE IMAGENS

A digitalização de imagens suplantou quase por completo o filme na astrofotografia, assim como na fotografia comum. Câmeras digitais contêm chips de silício sensíveis à luz chamados *charge-coupled devices* (CCDs). Os CCDs têm muitas vantagens sobre os filmes, inclusive sensibilidade muito maior. Grande parte dos objetos astronômicos é tão débil que, para vê-los, é necessária uma longa exposição. Em poucos segundos, a câmera CCD pode captar uma imagem que poderia exigir muitos minutos de exposição em filme. Quando a exposição termina, a imagem é transferida do chip para um computador.

A câmera CCD é presa ao telescópio no lugar da ocular. Para exposições curtas, o corpo de uma câmera digital com uma lente removível pode ser usado, mas para exposições mais longas é preciso usar um CCD especialmente projetado para astrofotografia. Estes são refrigerados para reduzir o ruído eletrônico no chip. Várias exposições do mesmo objeto podem ser somadas para revelar traços obscuros.

REMOVENDO A OCULAR
Oculares são presas por pequenos parafusos. Para removê-las basta afrouxar os parafusos.

Para criar imagens coloridas combinam-se no computador três exposições separadas feitas com filtros vermelho, verde e azul. Ao manipular as imagens, pode-se ajustar o equilíbrio de cores, brilho e contraste e aguçar detalhes. O observador não precisa sequer estar ao telescópio para fazer as exposições – pode ficar sentado dentro de casa e operar o telescópio e a CCD de longe pelo compu-

USO DE FILTROS PARA APERFEIÇOAR IMAGENS

Filtros especiais reduzem os efeitos da poluição da luz. Esses filtros Light Pollution Reduction (LPR) tornam o céu mais escuro, permitindo que nebulosas e galáxias se destaquem. Outros, chamados filtros de nebulosas, são os chamados filtros OIII, que bloqueiam tudo exceto as linhas de oxigênio ionizado emitidas fortemente por nebulosas planetárias, mas são apenas para uso especializado. Todos esses filtros são atarraxados ao tubo da

só deixam passar os comprimentos de onda de luz específicos emitidos mais fortemente pela nebulosa. Filtros Ultra High Contrast (UHC) transmitem a luz verde emitida por hidrogênio e oxigênio. Os mais restritivos

FILTROS COLORIDOS

Observadores avançados usam filtros coloridos para realçar detalhes dos planetas. Por exemplo, filtros amarelos e laranja podem enfatizar marcas escuras em Marte, filtros verdes e azuis podem expor detalhes nas nuvens de Júpiter e Saturno.

ocular.

use um filtro solar para observar o Sol

FILTROS SOLARES

Esses filtros consistem em plástico fino, ou vidro, com um revestimento metálico que reduz a níveis seguros a luz e o calor do Sol que entram. Encaixam-se sobre todo o tubo do telescópio, refrator ou refletor, e usando um deles você pode olhar diretamente para o Sol para ver manchas ou outros traços. Nunca use filtros solares de vidro que cobrem a ocular, pois podem se partir de repente sob a luz e o calor concentrados, com consequências desastrosas para seus olhos.

FOTOGRAFIA AMADORA DE ALTA QUALIDADE

Telescópios modernos aliados a CCDs e processamento por computador permitem a amadores dedicados produzir fotografias que rivalizam com as profissionais, como esta da nebulosa NGC 1977, em Órion.

tador. *Webcams* modificadas também são usadas para fazer sequências de vídeo e fotografias através de um telescópio.

Imagens simples de planetas brilhantes ou da Lua crescente podem ser feitas com câmeras comuns, digitais ou de filme, com alguns segundos de exposição. Imagens feitas no crepúsculo registrarão detalhes de primeiro plano, aumentando o interesse visual. Quando é possível manter o obturador aberto por longos períodos, podem-se registrar rastros de estrelas e, com sorte, um meteoro brilhante.

câmara SLR montada em piggy-back com lente de teleobjetiva

cabo do disparador

montagem equatorial movida a motor

MONTAGEM *PIGGY-BACK*

telescópio Schmidt-Cassegrain

adaptador da câmera

corpo da câmera preso à posição da ocular

MONTAGEM NO FOCO PRIMÁRIO

MONTAGENS DE CÂMERA

Exposições com mais de alguns segundos podem ser tomadas com a câmera em *piggy-back* num telescópio com montagem motorizada. O telescópio rastreia as estrelas à medida que a Terra gira. Para registrar o que o telescópio vê, a lente pode ser removida e o corpo fixado na posição da ocular, com ou sem a ocular encaixada.

INSTALAÇÕES DE CÂMERA CCD

Aqui, um CCD é preso à ocular de um telescópio Schmidt-Cassegrain movido a motor. Um cabo conecta o CCD a um computador, para que a imagem seja transferida depois que a exposição termina. *Chips* CCD são mais ou menos do tamanho de um selo postal e consistem em milhões de elementos

buscadora-padrão de pouco aumento

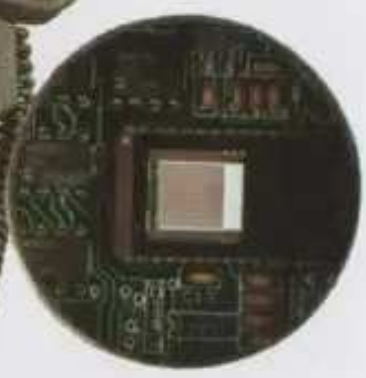
de imagem, ou *pixels*.

três imagens separadas tomadas através de filtros coloridos diferentes

buscadora de luz vermelha para mira aproximada

unidade CCD substitui ocular

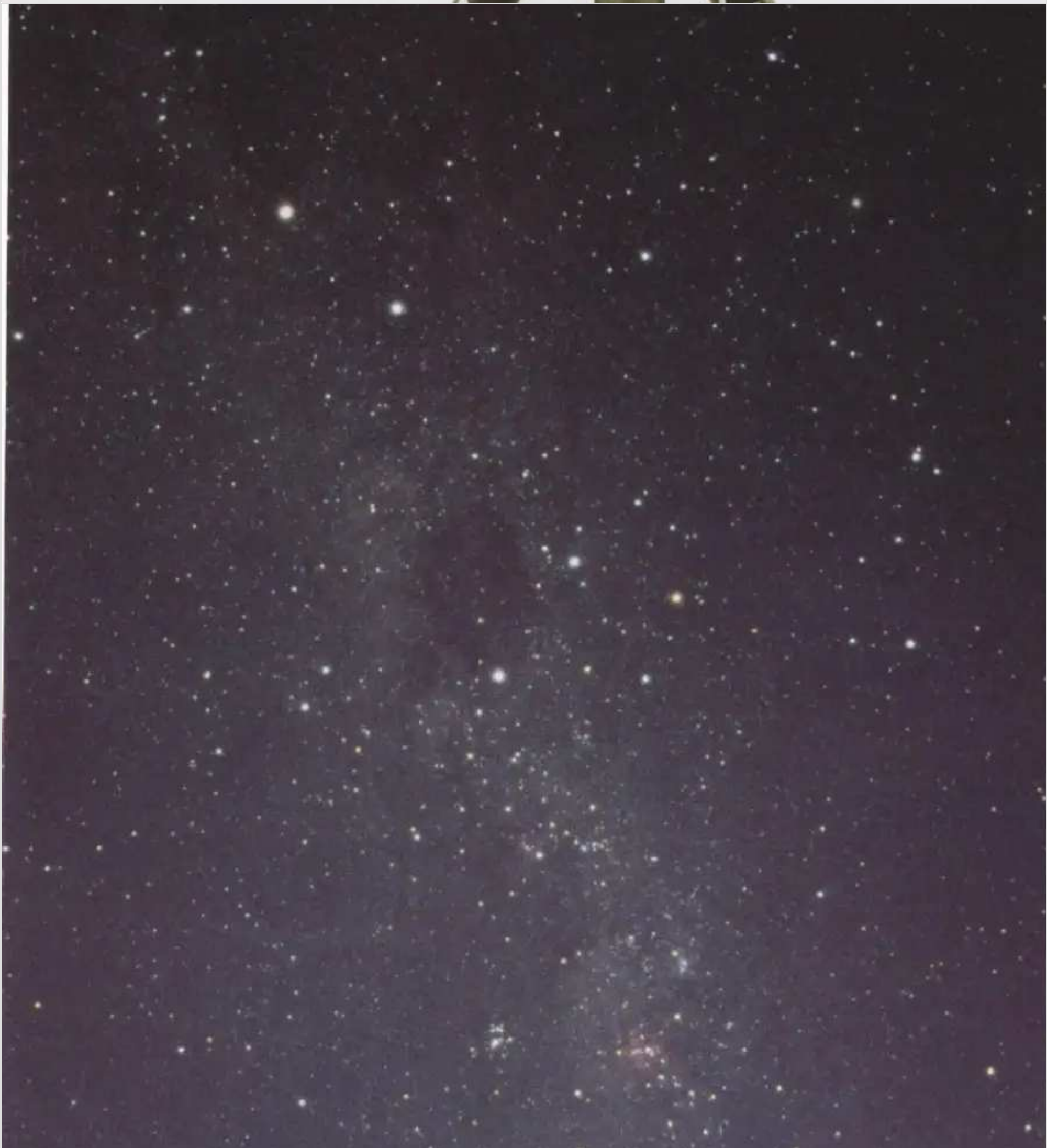
CCD conectado a computador por cabo USB



DETALHE DE UM CCD

PÓS-PROCESSAMENTO

Para produzir uma imagem colorida, três exposições do mesmo objeto tomadas através de filtros vermelho, verde e azul são combinadas num computador. Usando software de processamento de imagens, pode-se ajustar a composição de modo a realçar características específicas.



As constelações

Os astrônomos dividem a esfera celeste em seções chamadas constelações. Estas se originaram com os padrões de estrelas imaginados pelos povos antigos para representar seus heróis míticos, deuses e animais exóticos. Hoje, as constelações são apenas áreas do céu com limites estabelecidos por acordo internacional, embora conservem seus nomes antigos como Perseu, Andrômeda e Órion.

Por volta de 150 d.C., o astrônomo e geógrafo grego Ptolomeu produziu um catálogo de estrelas dividido em 48 constelações que desde então foi a base de nosso sistema de constelações. No fim do séc. XVI, um cartógrafo holandês, Petrus Plancius, e dois navegadores holandeses, Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman, acrescentaram algumas constelações, entre as quais uma dúzia no extremo sul do céu, abaixo do horizonte para os gregos antigos. Outras foram acrescentadas no fim do séc.XVII pelo astrônomo

parte da figura que traça. Os nomes são muitas vezes abreviados em três letras – por exemplo, Cassiopeia torna-se Cas e Cão Maior, CMa.

A NOMEAÇÃO DAS ESTRELAS

As estrelas têm uma confusa variedade de designações e podem ter vários apelidos. As mais brilhantes são rotuladas com letras gregas, sistema concebido em 1603 pelo astrônomo alemão Johann Bayer. A letra é usada com a forma genitiva (possessiva) do nome da constelação – por exemplo, Alfa (α) Centauri.

polonês Johannes Hevelius, preenchendo as lacunas entre as constelações gregas.

UMA CARTA AUTORIZADA

O quadro foi completado nos anos 1750 por um astrônomo francês, Nicolas Louis de Lacaille, que concebeu 14 constelações representando aparelhos da ciência e das artes no céu austral. Ao todo, 88 constelações enchem o céu, com nomes e limites definidos pela União Astronômica Internacional, o órgão regulador da astronomia. Todas as estrelas dentro dos limites de uma constelação são consideradas pertencentes a ela, quer façam ou não

PADRÕES NO CÉU

Pelo menos oito constelações são vistas nessa imagem feita em Hakos, Namíbia. Os antigos nomeavam os padrões de estrelas pelos seus personagens míticos; alguns desses nomes ainda estão em uso.

O CÉU É UMA CASCA DE NOZ

Esse pequeno globo de bolso do séc.XVIII mostra a esfera celeste e a Terra.

Algumas estrelas brilhantes têm também nomes próprios, como Sirius e Betelgeuse. Com estrelas mais fracas, usam-se números, como em 61 Cygni.

Um sistema diferente de nomeação é usado para os chamados objetos do céu profundo, como aglomerados de estrelas, nebulosas e galáxias. A primeira lista desses objetos foi compilada pelo astrônomo francês Charles Messier, e eles ainda são conhecidos por seus números M, ou Messier. O catálogo final de Messier, lançado em 1781, continha pouco mais de 100 objetos, número que cresceu rapidamente com o aperfeiçoamento dos telescópios. O New General Catalogue (NGC), de 1888, continha 7.840 objetos e mais de 5 mil foram acrescentados em dois suplementos chamados Index Catalogues (IC).

O mapeamento do céu

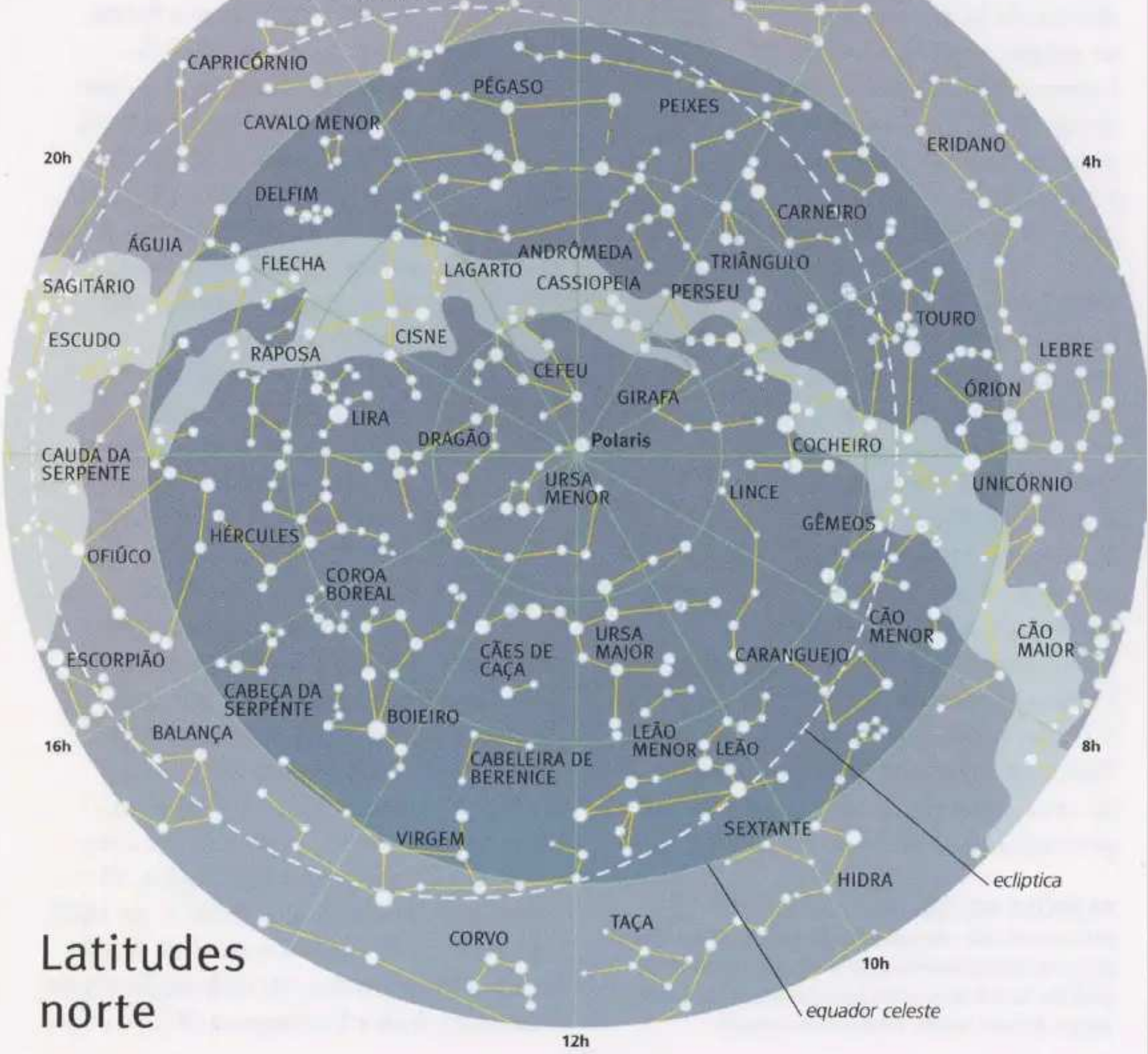
Cada uma das 88 constelações é delineada nas páginas que se seguem. A carta da constelação é acompanhada pelo relato de sua origem e uma breve descrição dos principais objetos de interesse, com ênfase nos que estão ao alcance de equipamento amador.

OS HEMISFÉRIOS

Polaris, a estrela polar do norte, situa-se quase no centro da carta abaixo, a menos de 1° do polo celeste exato. Para observadores no hemisfério norte, as estrelas em torno do polo norte nunca se põem – diz-se que são circumpolares. Quanto mais ao norte está o observador, maior parte do céu será circumpolar. A carta do céu setentrional (abaixo) estende-se da declinação 90° norte a 30° sul. A do céu austral (ao lado), de 90° sul a 30° norte. Na borda de cada hemisfério, as constelações têm um aspecto consideravelmente distorcido.

A ORDEM DAS CONSTELAÇÕES

As constelações apresentadas nas páginas seguintes seguem a ordem de sua posição na esfera celeste, a começar com Ursa Menor no polo norte celeste e espiralando para o sul em sentido horário até Oitante no polo sul celeste. A lista alfabética na página ao lado também permite encontrar mapas e perfis das constelações.

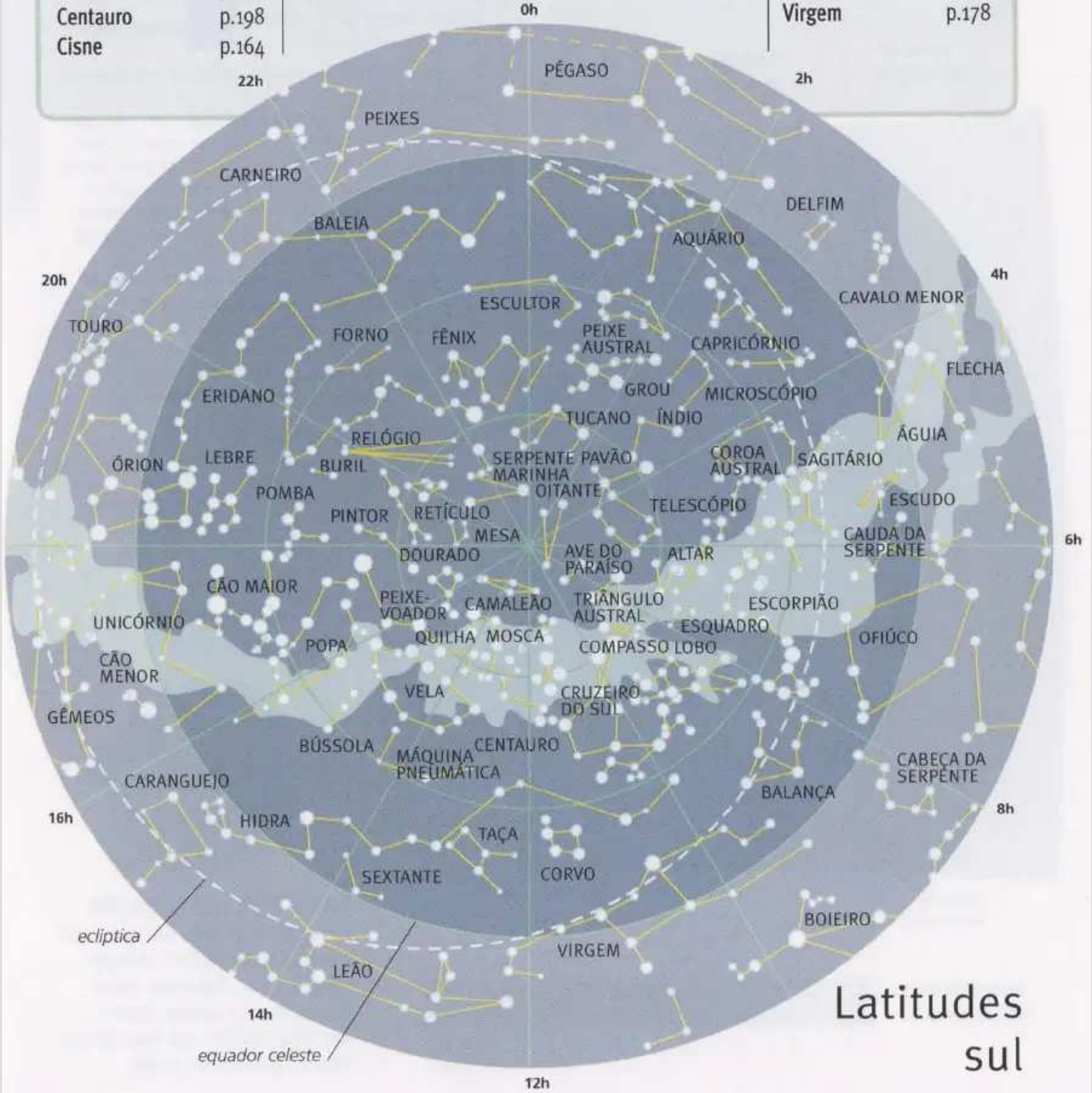


Latitudes norte

LISTA ALFABÉTICA DAS 88 CONSTELAÇÕES

Águia	p.183	Cocheiro	p.157	Índio	p.218	Pintor	p.210
Altar	p.217	Compasso	p.215	Lagarto	p.167	Pomba	p.210
Andrômeda	p.166	Coroa Austral	p.217	Leão Menor	p.176	Popa	p.211
Aquário	p.187	Coroa Boreal	p.179	Leão	p.177	Quilha	p.213
Ave do Paraíso	p.225	Corvo	p.197	Lebre	p.209	Raposa	p.184
Balança	p.179	Cruzeiro do Sul	p.214	Lince	p.157	Relógio	p.221
Baleia	p.189	Delfim	p.185	Lira	p.163	Retículo	p.222
Boieiro	p.161	Dourado	p.223	Lobo	p.199	Sagitário	p.200
Buril	p.207	Dragão	p.153	Máquina Pneumática	p.196	Serpente (Cabeça e Cauda)	p.180
Bússola	p.210	Eridano	p.208	Mesa	p.224	Serpente Marinha	p.221
Cabeleira de Berenice	p.176	Escorpião	p.204	Microscópio	p.205	Sextante	p.196
Cães de Caça	p.160	Escudo	p.182	Mosca	p.215	Taça	p.197
Camaleão	p.225	Escultor	p.206	Ofiúco	p.181	Telescópio	p.218
Cão Maior	p.192	Esquadro	p.216	Oitante	p.227	Touro	p.172
Cão Menor	p.192	Fênix	p.219	Órion	p.190	Triângulo Austral	p.216
Capricórnio	p.205	Flecha	p.182	Pavão	p.226	Triângulo	p.167
Caranguejo	p.175	Forno	p.207	Pégaso	p.186	Tucano	p.220
Carneiro	p.171	Gêmeos	p.174	Peixe Austral	p.206	Unicórnio	p.193
Cassiopeia	p.155	Girafa	p.156	Peixe Voador	p.224	Ursa Maior	p.158
Cavalo Menor	p.185	Grou	p.219	Peixes	p.188	Ursa Menor	p.152
Cefeu	p.154	Hércules	p.162	Perseu	p.170	Vela	p.212
		Hidra	p.194				

Centauro p.198
Cisne p.164
Virgem p.178



Latitudes sul

Para compreender as cartas

As cartas das constelações nesta seção estão orientadas com o norte para cima. Todas são reproduzidas na mesma escala, de modo a refletir adequadamente os tamanhos relativos das constelações.

O QUE AS CARTAS MOSTRAM

As cartas mostram a figura (o padrão de linhas que unem as estrelas brilhantes) e os limites da constelação, tal como definidos pela União Astronômica Internacional, delineados em laranja. Em cada constelação, as estrelas mais brilhantes do que magnitude 5 são nomeadas; as mais brilhantes do que magnitude 6,5 são mostradas mas não

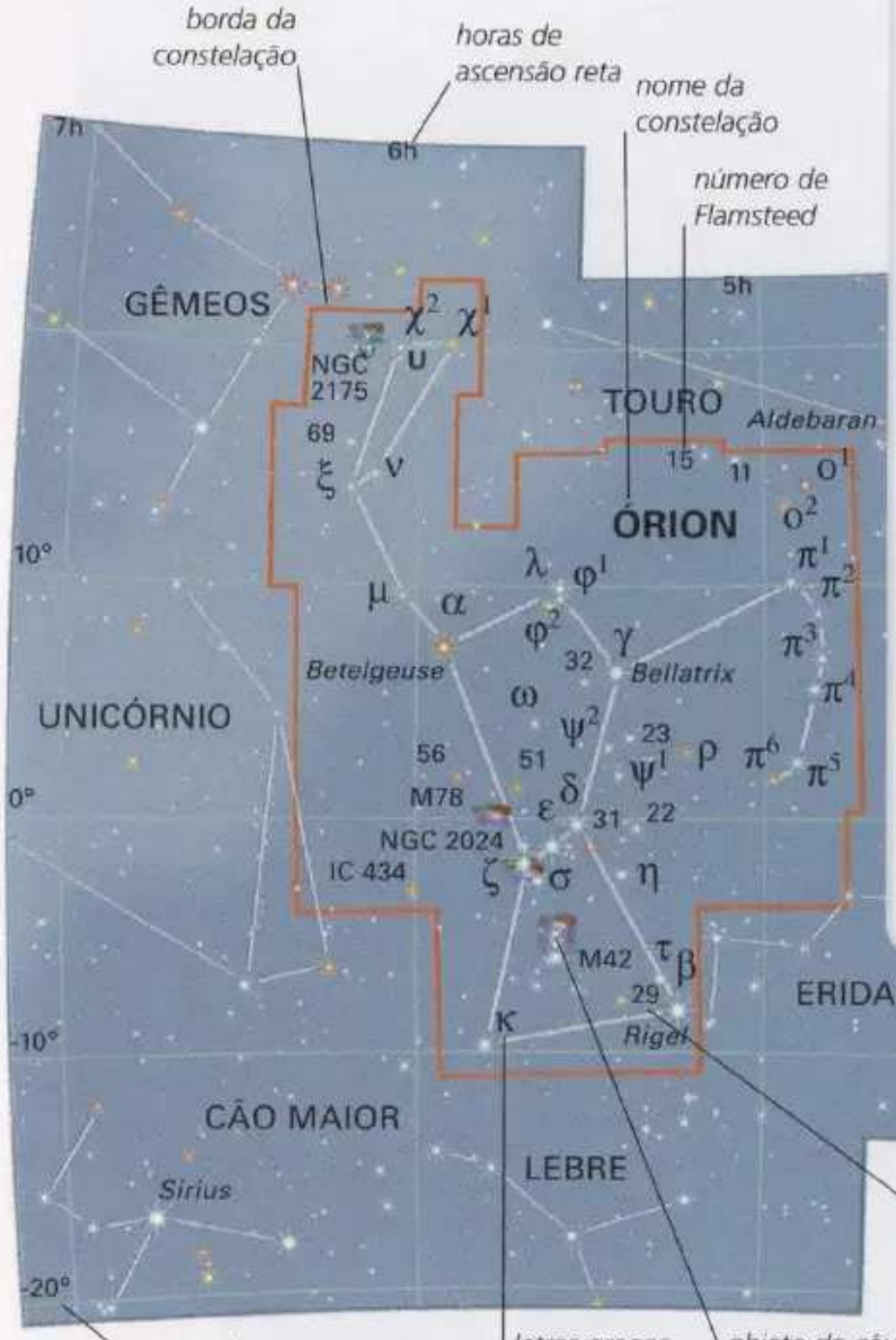
ESTRELAS E OBJETOS DO CÉU PROFUNDO

As cartas mostram as estrelas e objetos do céu profundo principais de cada constelação. Estrelas individuais são representadas por pontos que indicam sua magnitude aparente (ver escala no pé da página).

Objetos do céu profundo
Objetos distantes e vagos, como aglomerados de estrelas, nebulosas e galáxias, são chamados objetos do céu profun-

Aglom. aberto
Aglom. globular
Nebulosa difusa

nomeadas. Objetos do céu profundo, como galáxias, são representados por um ícone, como mostrado na chave à direita.



do. Eles são indicados nas cartas das constelações pelos ícones mostrados à direita. Todos são rotulados com um número de catálogo, que pode ser um número Messier ou um número NGC ou IC (ver p.147)

Nebulosa planetária ou remanescente de supernova

Galáxia

Buraco negro

Nomes das estrelas

As estrelas mais brilhantes são rotuladas com letras gregas, em geral em ordem de magnitude, mas não sempre. O alfabeto grego é dado abaixo. Pares próximos ou grupos de estrelas podem partilhar uma letra grega e são distinguidos por índices. Em Órion, uma cadeia de seis estrelas representada pela letra Pi (π) é distinguida por índices Pi1 (π^1), Pi2 (π^2) etc. Outras estrelas são conhecidas apenas por números, como 15 Orionis. As estrelas são numeradas em ordem crescente de ascensão reta (da direita para a esquerda das cartas). Estes são chamados números de Flamsteed, em homenagem ao primeiro astrônomo real britânico, John Flamsteed (1646-1719), que catalogou as estrelas envolvidas.

α *Alfa*	ι *Iota*	ρ *Ro*
β *Beta*	κ *Kapa*	σ *Sigma*
γ *Gama*	λ *Lambda*	τ *Tau*
δ *Delta*	μ *Mu*	υ *Úpsilon*
ε *Épsilon*	ν *Nu*	φ *Phi*
ζ *Zeta*	ξ *Xi*	χ *Chi*
η *Eta*	ο *Ômicron*	ψ *Psi*
θ *Teta*	π *Pi*	ω *Ômega*

CARTAS DE LOCALIZAÇÃO

Mostram a posição de cada constelação no hemisfério celeste norte ou sul. Algumas, como Órion (acima), atravessam o equador celeste, por isso se projetam da borda da carta.

MAGNITUDES DAS ESTRELAS

FIGURAS DAS CONSTELAÇÕES

Um pequeno esboço mostra como cada constelação foi originalmente imaginada como uma figura no céu, como neste exemplo de Órion, o Caçador.

SÍMBOLOS E LEGENDAS

Símbolos das mãos indicam o tamanho aparente de uma constelação. A mão aberta com braço esticado

abarca cerca de 16° de céu e a mão fechada, cerca de 10°. Combinações são usadas para expressar largura e profundidade totais de cada constelação. Larg.: largura; profund.: profundidade; posiç./tam.: posição por tamanho; tt. visiv.: totalmente visível.

16° de céu

10° de céu

42° de céu

PARA VER ESTRELAS

Os ícones abaixo indicam se é necessário algum instrumento, e qual, para ver cada item de interesse descrito numa constelação.

Ícones de visibilidade

- *Olho nu*
- *Binóculo*
- *Telescópio (amador)*
- *CCD*
- *Observatório profissional*

IMAGENS FOTOGRÁFICAS
Imagens fotográficas ou de CCD mostram muito mais do que se pode ver a olho nu.

OBSERVAÇÃO IDEAL
A sua latitude na Terra determina as constelações que você pode ver. Constelações no extremo sul não podem ser vistas de latitudes no extremo norte, por exemplo, porque nunca se elevam acima do horizonte. A barra no alto de cada constelação especifica as latitudes da Terra das quais ela é inteiramente visível. Mesmo assim, quando próximos do horizonte, os objetos são obscurecidos pela atmosfera e não é fácil vê-los.

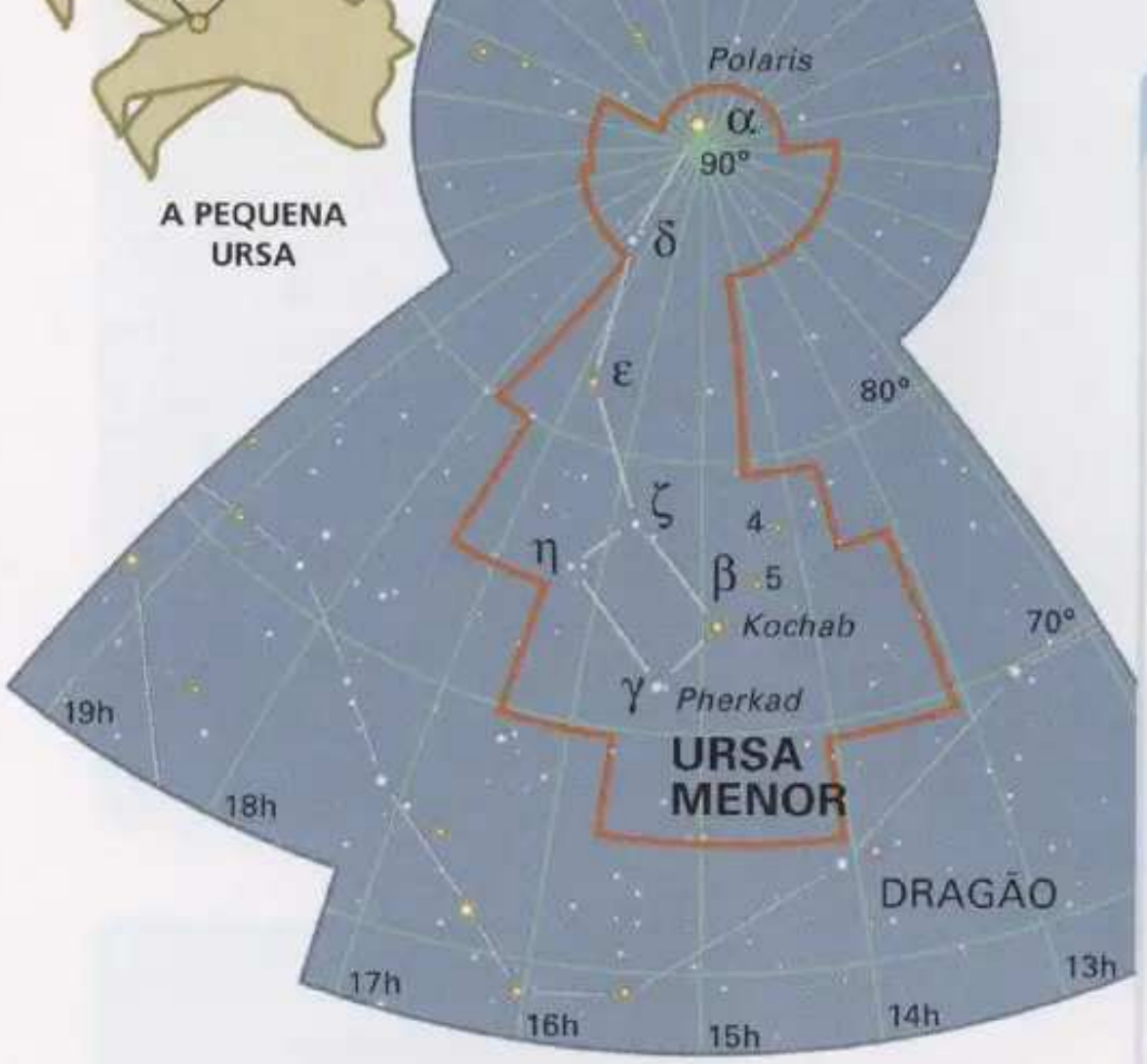
A VISIBILIDADE DE ÓRION
Órion é totalmente visível entre as latitudes 79°N e 67°S. Como mostra o mapa acima, toda a constelação pode ser vista de praticamente todo o mundo habitado.

Ursa Menor Ursae Minoris (UMi)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 56ª TT VISIV 90°N–0°

HEMISFÉRIO NORTE

Esta antiga constelação grega representa uma pequena ursa. Suas principais estrelas traçam uma forma conhecida como a Pequena Concha, similar à maior e mais brilhante Grande Concha (Ursa Maior), mas com o cabo curvado na direção oposta. Ursa Menor contém o polo celeste norte. A menos de 1° do polo está Polaris, a estrela polar, usada para a navegação desde os tempos mais remotos. Beta (β) e Gama (γ) Ursae Minoris são chamadas as Guardiãs do Polo.



TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) URSAE MINORIS (POLARIS) Supergigante de um branco cremoso de magnitude 2,0 a cerca de 430 anos-luz. Variável cefeida, mas as mudanças de brilho não são perceptíveis. Um telescópio pequeno mostra uma estrela de 8ª magnitude perto dela, não relacionada.

GAMA (γ) URSAE MINORIS Vasta estrela dupla no bojo da Pequena Concha. De magnitude 3,0, tem uma companheira não relacionada de 5ª magnitude que pode ser percebida com vista boa ou binóculo.

ETA (η) URSAE MINORIS Outra vasta estrela dupla no bojo da Pequena Concha. Eta, de magnitude 5,0, tem uma companheira de magnitude 5,5 facilmente visível com binóculo. Como a companheira de Gama Ursae Minoris, a companheira de Eta é uma estrela não relacionada, na mesma linha de visão.

URSA MENOR NO CÉU NOTURNO
As principais estrelas da Ursa Menor formam a Pequena Concha, que traça uma curva a partir da estrela do polo norte, Polaris, vista no centro, embaixo.

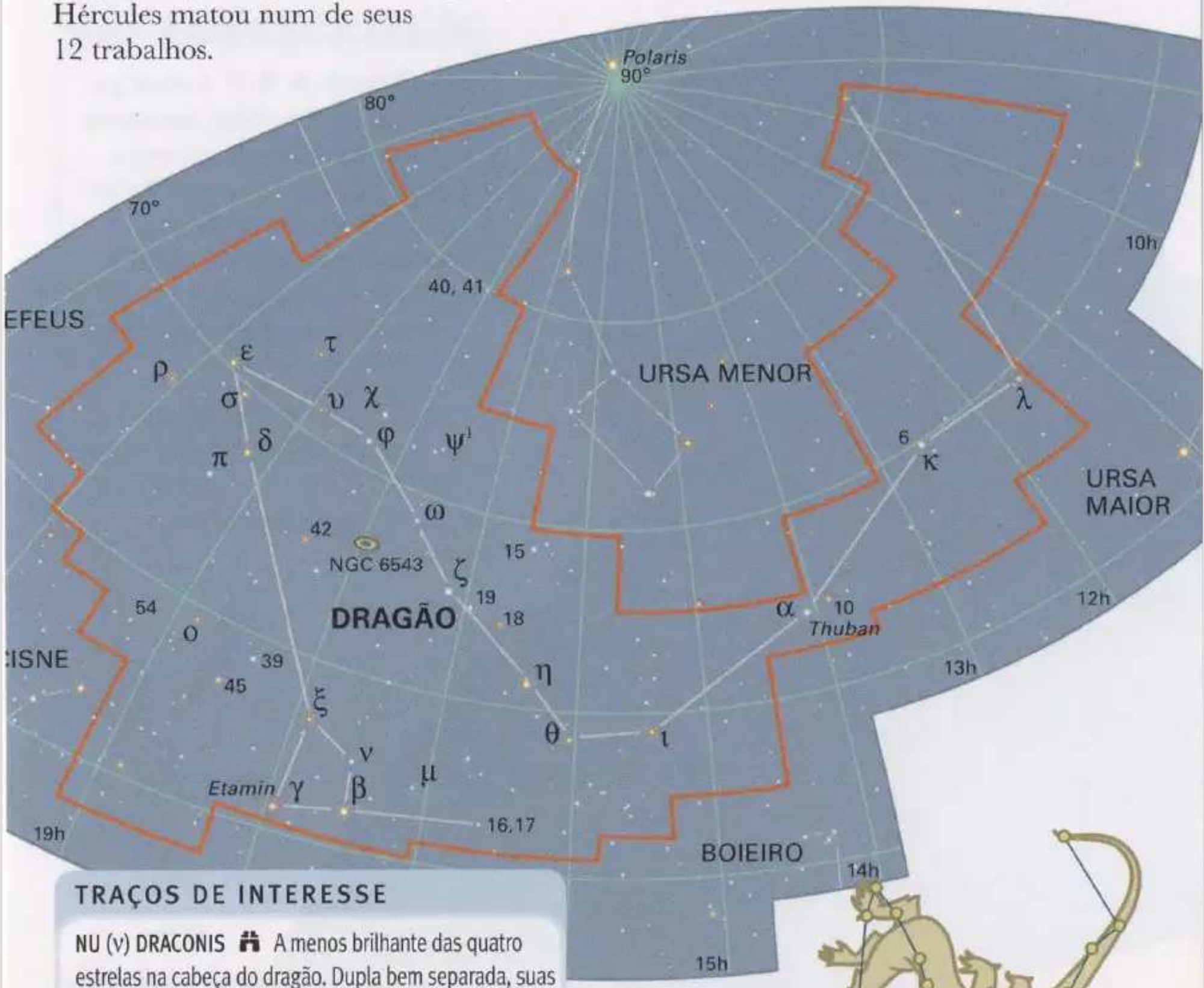
Dragão Draconis (Dra)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 8ª TT VISIV 90°N–4°S

HEMISFÉRIO NORTE

Dragão é uma grande constelação que serpenteia em torno de quase metade do polo norte celeste. Embora de tamanho considerável, não é muito fácil de identificar, exceto pelo diamante distorcido que marca a cabeça do dragão. A cabeça contém o membro mais brilhante do Dragão, Gama (γ) Draconis, magnitude 2,2. Na mitologia grega, Dragão representa o dragão que

Hércules matou num de seus 12 trabalhos.



TRAÇOS DE INTERESSE

NU (ν) DRACONIS Ⅱ A menos brilhante das quatro estrelas na cabeça do dragão. Dupla bem separada, suas componentes são brancas idênticas de 5ª magnitude; é considerada uma das melhores duplas para binóculo.

PSI (φ) DRACONIS Ⅰ Par mais próximo de estrelas de 5ª e 6ª magnitudes, separável com telescópio pequeno.

16 e 17 DRACONIS Ⅱ Ⅰ Par bem separado de estrelas visível apenas com binóculo. A mais brilhante, 17 Draconis, pode ser mais separada com um telescópio pequeno com grande ampliação.

39 DRACONIS Ⅰ Estrela vista como dupla com telescópio pequeno de baixa ampliação. Altas potências dividem a componente mais brilhante num par mais próximo de magnitudes 5,0 e 8,0.

NGC 6543 (NEBULOSA OLHO DE GATO) Ⅰ Nebulosa planetária famosa por causa de uma imagem do telescópio espacial Hubble.

O DRAGÃO

NEBULOSA OLHO DE GATO
Com um telescópio pequeno, a nebulosa parece azul-esverdeada, mas imagens de CCD como esta revelam uma cor vermelha nas regiões externas.

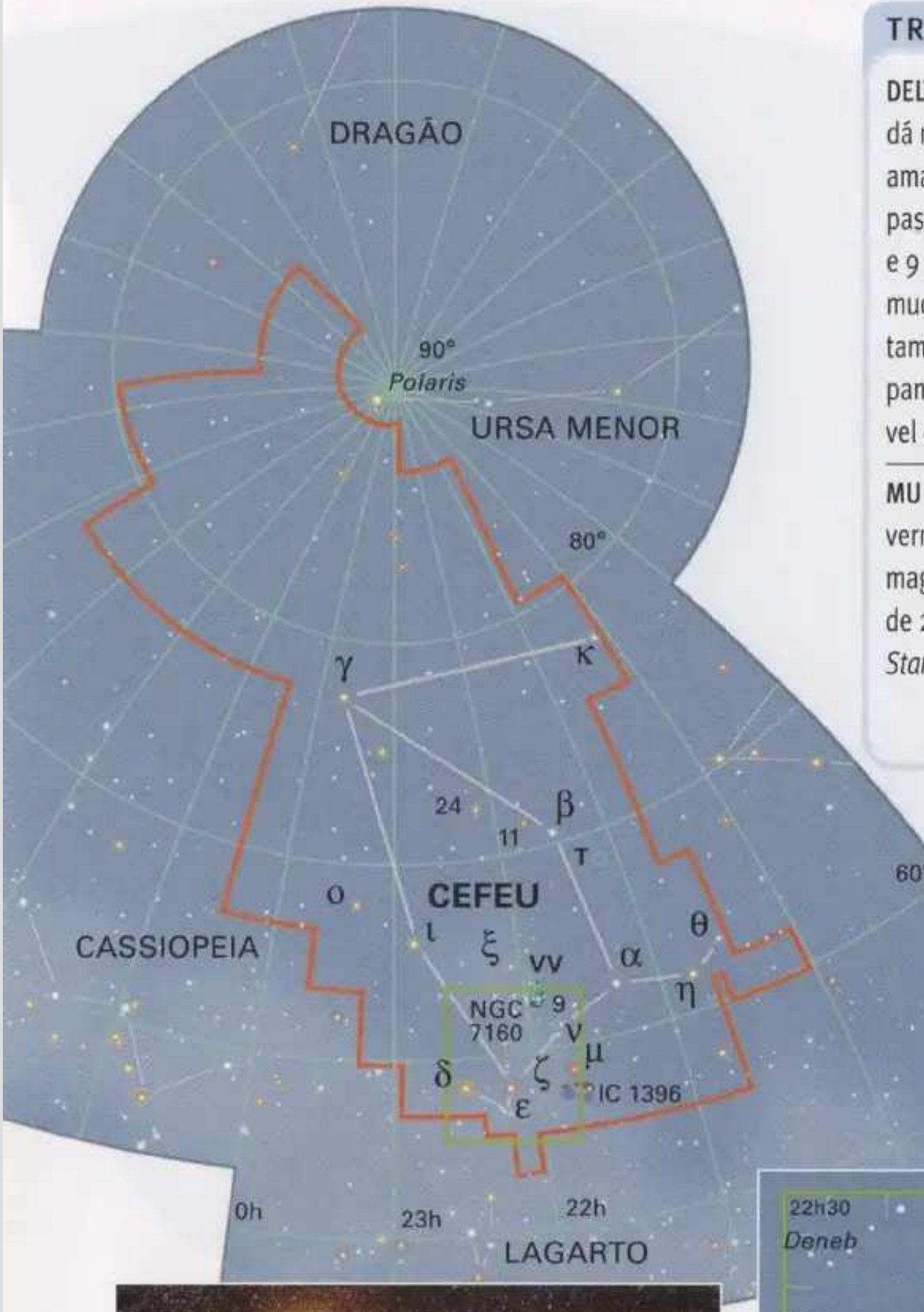
Cefeu Cephei (Cep)

LARG Ⅱ **PROFUND** Ⅲ **POSIÇ/TAM** 27ª **TT VISIV** 90°N–1°S

HEMISFÉRIO NORTE

Constelação do extremo norte do céu, Cefeu situa-se entre Cassiopeia e Dragão, mas não se destaca muito. Suas principais estrelas traçam uma forma semelhante a uma torre quadrada com um campanário pontudo. É uma constelação grega antiga que representa Cefeu, rei mítico

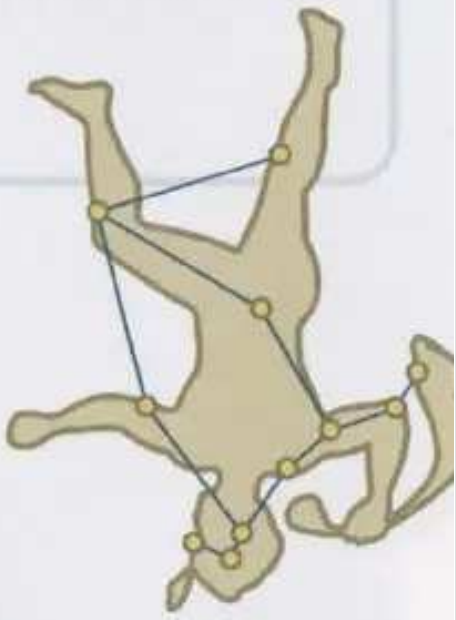
da Etiópia casado com a rainha Cassiopeia e pai de Andrômeda.



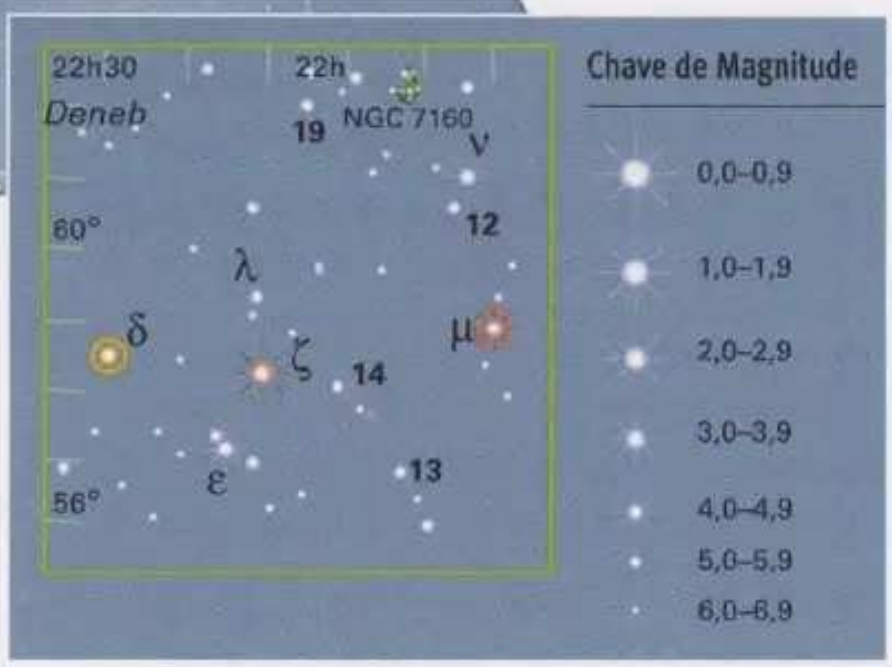
TRAÇOS DE INTERESSE

DELTA (δ) CEPHEI A estrela que dá nome às variáveis cefeida. Supergigante amarela a pouco menos de 100 anos-luz, passa da magnitude 3,5 a 4,4 a cada 5 dias e 9 horas. Pode-se acompanhar essas mudanças a olho nu (ver carta abaixo). É também uma estrela dupla, com uma companheira azul-branca de 6ª magnitude visível com telescópio pequeno.

MU (μ) CEPHEI Supergigante vermelha, varia semirregularmente entre as magnitudes 3,4 e 5,1 a intervalos de cerca de 2 anos. Também chamada *Garnet Star.*



CEFEU



MU CEPHEI E IC1396
Nesta imagem de CCD, Mu (μ) Cephei aparece sobre a nebulosa IC1396, que está centrada em Struve 2816, estrela múltipla de 6ª magnitude.

VARIAÇÃO EM DELTA E MU CEPHEI
Para estimar a magnitude das estrelas variáveis Delta (δ) e Mu (μ) Cephei, pode-se comparar seu brilho ao das estrelas não variáveis próximas. Padrões de comparação úteis são Zeta (ζ) Cephei (magnitude 3,4), Épsilon (ε) Cephei (magnitude 4,2) e Lambda (λ) Cephei (magnitude 5,1).

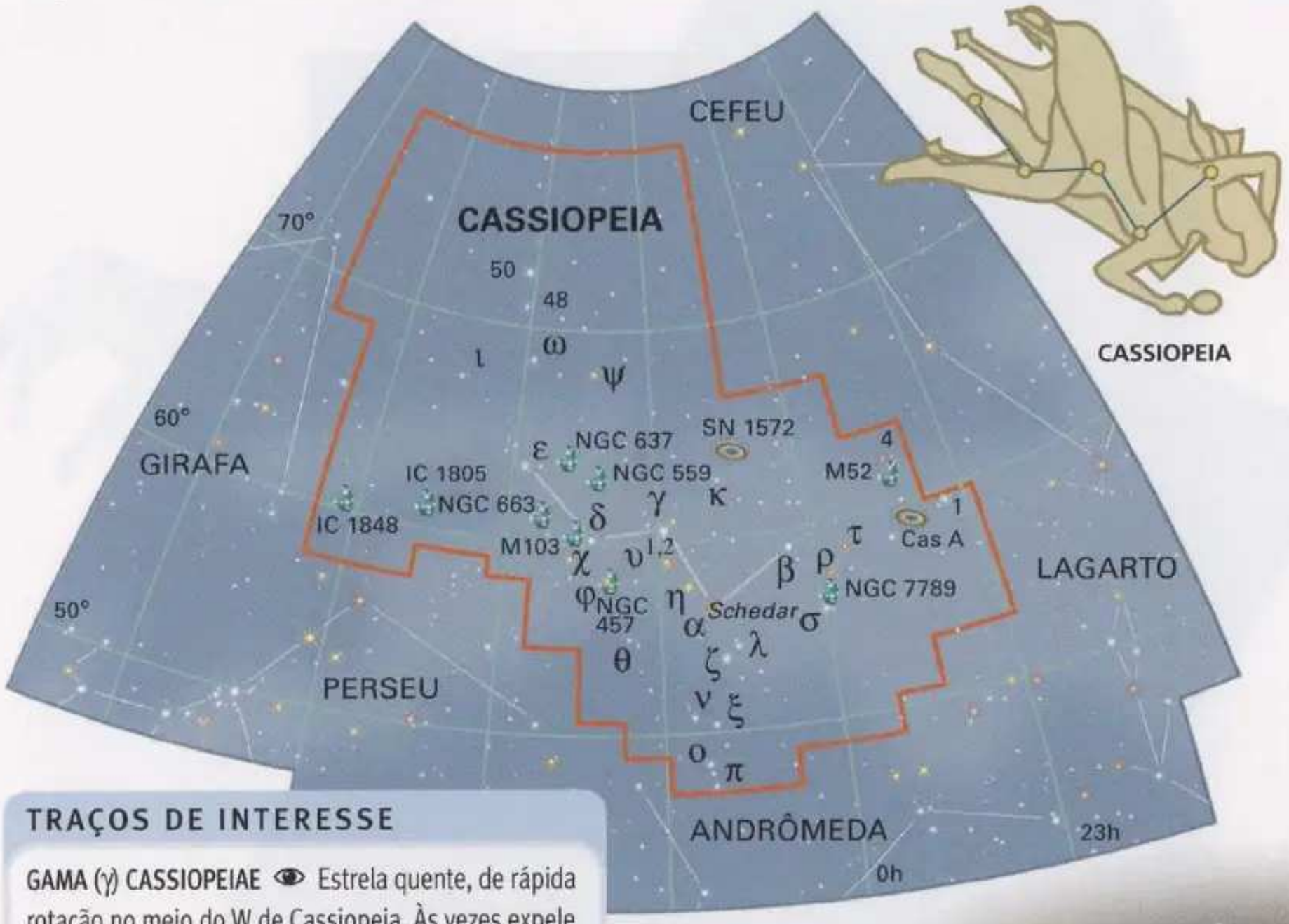
Cassiopeia Cassiopeiae (Cas)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 25ª **TT VISIV** 90°N–12°S

Esta notável constelação do céu setentrional situa-se na Via Láctea

Esta notável constelação do céu setentrional situa-se na Via Láctea entre Perseu e Cefeu. Suas cinco principais estrelas formam um grande W facilmente reconhecível. É uma antiga constelação grega que representa uma rainha mítica da Etiópia, punida por sua vaidade por Posêidon. Seu marido Cefeu e sua filha Andrômeda são representados por constelações vizinhas.

HEMISFÉRIO NORTE



CASSIOPEIA

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) CASSIOPEIAE 👁 Estrela quente, de rápida rotação no meio do W de Cassiopeia. Às vezes expele anéis de gás de seu equador, causando mudanças imprevisíveis no seu brilho. Hoje tem magnitude 2,2, mas no passado variou entre 3,0 e 1,6.

ETA (η) CASSIOPEIAE 🔭 Atraente par binário de estrelas amarela e vermelha, magnitudes 3,5 e 7,5, facilmente resolvível com telescópio pequeno. A companheira mais fraca orbita a mais brilhante a cada 480 anos.

RHO (ρ) CASSIOPEIAE 👁 🔭 Supergigante amarelo-branca que varia entre 4ª e 6ª magnitudes a cada 10 ou 11 meses.

M52 🔭 🔭 Aglomerado aberto visível com binóculo; notavelmente alongado, tem cerca de 1/3 da largura da Lua cheia.

M103 🔭 🔭 Aglomerado estelar pequeno e alongado, mais visível com telescópios pequenos.

AGLOMERADO ALONGADO
O principal traço do aglomerado aberto M103 é uma cadeia de três estrelas semelhante a um minicinturão de Órion.

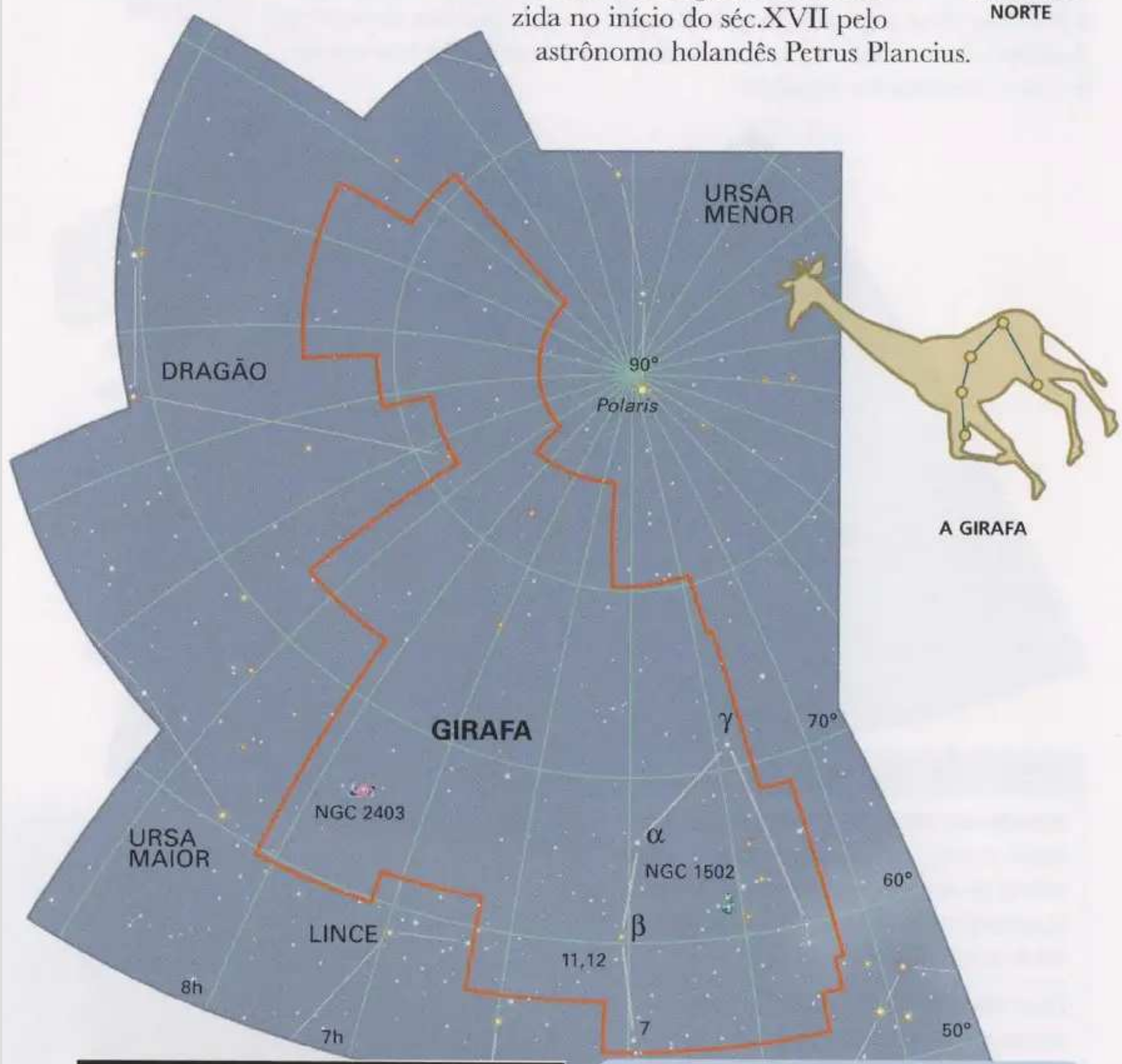
Girafa

Girafa Camelopardalis (Cam)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 18ª **TT VISIV** 90°N–3°S

HEMISFÉRIO NORTE

Grande mas pouco brilhante, é uma constelação do extremo norte e representa uma girafa. O longo pescoço estica-se em torno do polo norte celeste entre a Ursa Menor e a cauda de Dragão. Foi introduzida no início do séc.XVII pelo astrônomo holandês Petrus Plancius.



A GIRAFA

CASCATA DE KEMBLE
Como gotas d'água esguichadas por uma pistola de brinquedo, essas estrelas estendem-se pelo diâmetro de 5 Luas cheias perto do pequeno aglomerado NGC 1502, embaixo à esquerda.

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) CAMELOPARDALIS Estrela mais brilhante da constelação, de magnitude 4,0. É uma dupla com uma companheira separada de 8ª magnitude que pode ser bem vista com telescópio pequeno ou binóculo potente.

NGC 1502 Pequeno aglomerado estelar aberto visível com binóculo ou telescópio pequeno. Tem em seu centro uma estrela dupla de 7ª magnitude facilmente resolvível por pequenos telescópios.

CASCATA DE KEMBLE Cadeia de estrelas pálidas visível com binóculo que se estende por 5 diâmetros da Lua de NGC 1502 até Cassiopeia. Seu nome homenageia Lucian Kemble, astrônomo amador canadense que a destacou.

Lince Lyncis (Lyn)

LARG **PROFUND** **POS/TAM** 28ª **TT VISIV** 90°N–28°S

O astrônomo polonês Johannes Hevelius introduziu esta constelação no final do séc.XVII para encher o vazio entre Ursa Maior e Cocheiro. Tem esse nome porque Hevelius achava que só olhos de lince conseguiriam vê-la.

TRAÇOS DE INTERESSE

12 LYNCIS Estrela vista como dupla de 5ª e 7ª magnitudes com telescópio pequeno. Aberturas de 75mm separarão a estrela mais brilhante de novo. Este par, de magnitudes 5,5 e 6,1, forma uma binária com período orbital de cerca de 700 anos.

19 LYNCIS Par de estrelas de 6ª e 7ª magnitudes com companheira maior de 8ª magnitude, visíveis com telescópio pequeno.

38 LYNCIS Dupla mais próxima, de 4ª e 6ª magnitudes. Para vê-la é necessário um telescópio com abertura de 75mm.

Cocheiro Aurigae (Aur)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 21ª **TT VISIV** 90°N–34°S

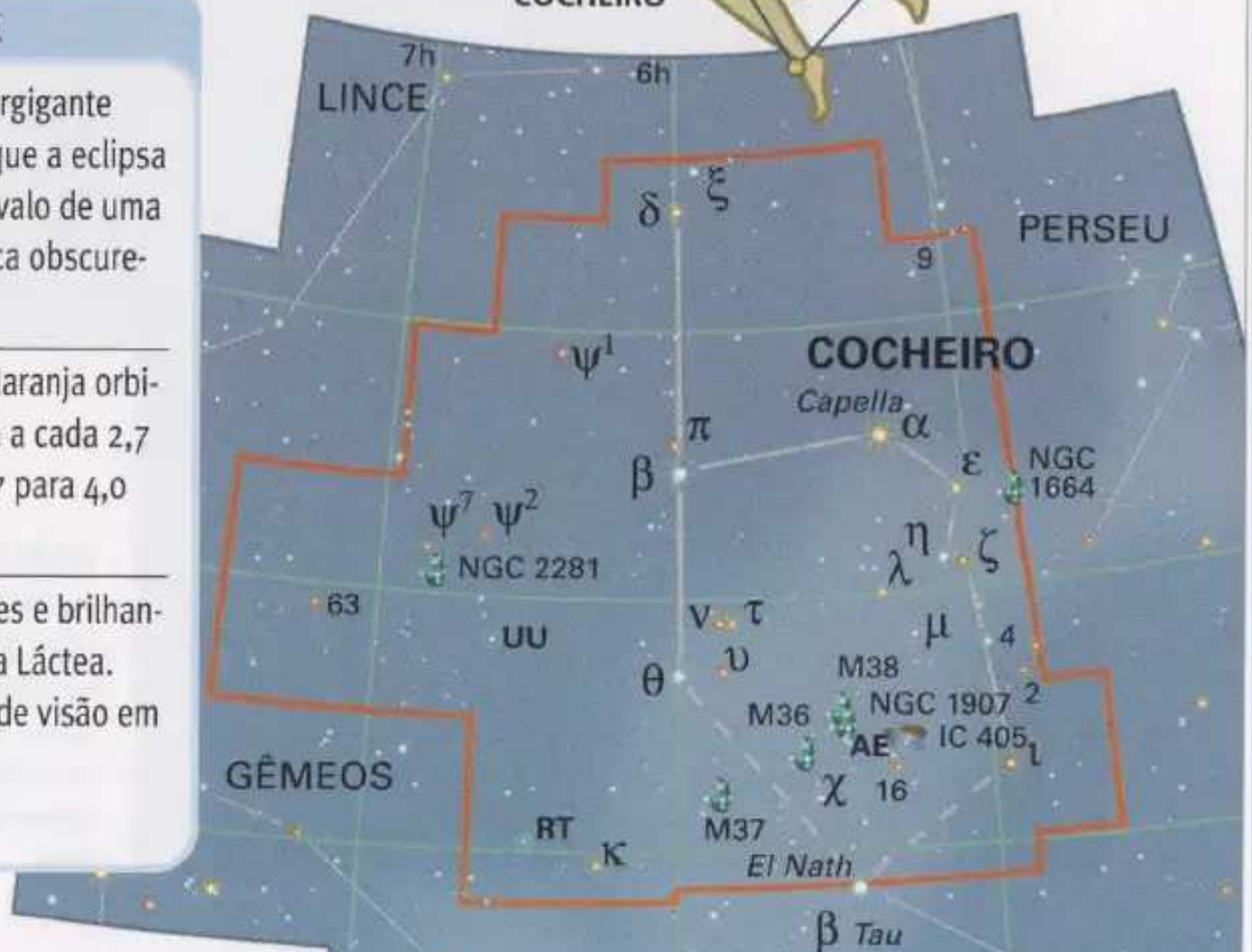
Constelação proeminente, contém a estrela de primeira magnitude mais ao norte, Capella. Situada na Via Láctea entre Gêmeos e Perseu, ao norte de Órion, Cocheiro representa um cocheiro, identificado na mitologia grega como Erictônio, rei lendário de Atenas.

TRAÇOS DE INTERESSE

ÉPSILON (ε) AURIGAE Supergigante orbitada por companheira escura que a eclipsa a cada 27 anos, o mais longo intervalo de uma binária eclipsante. Nos eclipses, fica obscurecida por mais de um ano.

ZETA (ζ) AURIGAE Gigante laranja orbitada por estrela azul, que a eclipsa a cada 2,7 anos, reduzindo sua magnitude 3,7 para 4,0 por seis semanas.

M36, M37, M38 Três grandes e brilhantes aglomerados engastados na Via Láctea. Os três caberão no mesmo campo de visão em binóculo de grande-angular.

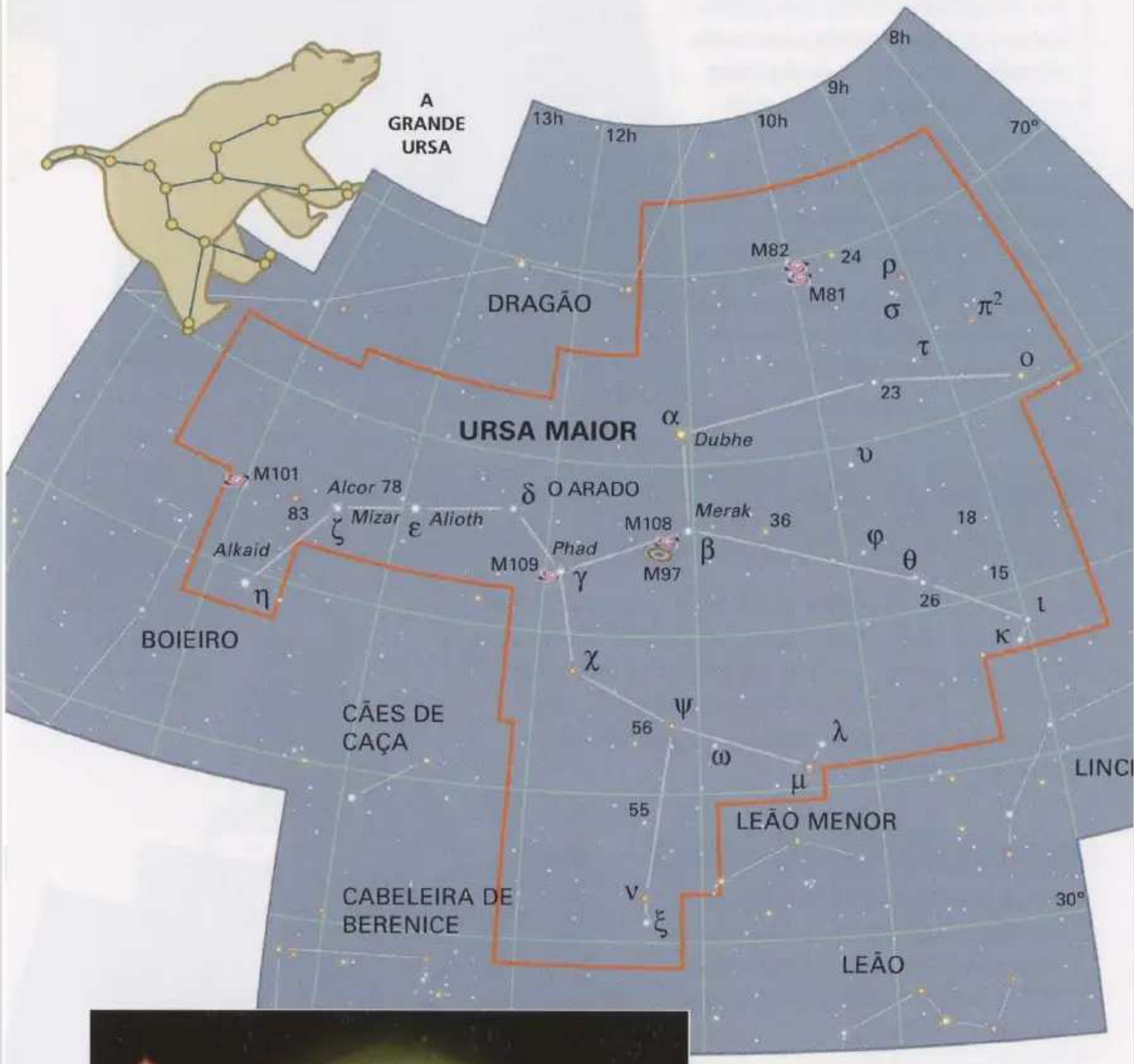


Ursa Maior Ursae Majoris (UMa)

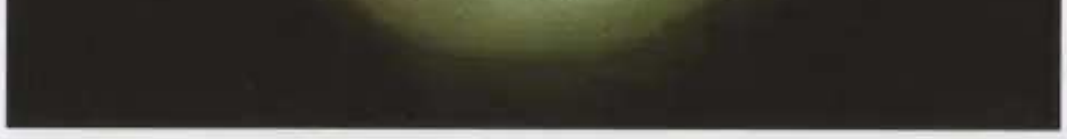
LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 3ª **TT VISIV** 90°N–16°S

HEMISFÉRIO NORTE

A Ursa Maior, a Grande Ursa, é uma grande e destacada constelação. Sete de suas estrelas traçam a conhecida forma da Grande Concha, mas isso é apenas parte dela. Duas estrelas no bojo da concha, do lado oposto ao do cabo, Alfa (α) e Beta (β) Ursae Majoris, apontam para a estrela do polo norte, Polaris. No mito grego, a Grande Ursa é identificada com dois personagens: Calisto, amante de Zeus transformada em urso por Hera, mulher do deus, num ataque de ciúme; e Adrasteia, uma das duas ninfas que cuidaram do bebê Zeus, escondendo-o do seu pai assassino, Cronos. A segunda ninfa, Ida, é representada por Ursa Menor, a Pequena Ursa.



NEBULOSA DA CORUJA (M97)
A pálida nebulosa planetária sob o bojo da Caçarola tem esse nome em razão de seus "olhos" escuros, como os da coruja, visíveis somen-



te com grandes telescópios ou em fotografias e imagens de CCD como esta.

M81 E M82
Galáxias espirais contrastantes no norte da Ursa Maior. A maior, M81, é visível em noites limpas e escuras como uma mancha de luz ligeiramente alongada. Está a um diâmetro da Lua cheia ao norte da menor e menos brilhante M82, só visível com telescópio.

TRAÇOS DE INTERESSE

O ARADO 👁 Um dos padrões mais conhecidos no céu, traçado pelas estrelas Alfa, Beta, Gama, Delta, Épsilon, Zeta e Eta Ursae Majoris. Com exceção de Alfa e Eta, essas estrelas estão a distâncias similares de nós (cerca de 80 anos-luz) e se movem na mesma direção, formando o que é chamado de aglomerado móvel.

ZETA (ζ) URSAE MAJORIS (MIZAR E ALCOR) 👁 🔭
Mizar, a segunda maior estrela no cabo, tem uma companheira menos brilhante, Alcor, perceptível a olho nu e facilmente vista com binóculo. Um telescópio pequeno mostra que Mizar também tem uma companheira de 4ª magnitude.

XI (ξ) URSAE MAJORIS 🔭 Estrela dupla no sul da constelação, separável com telescópio de 75mm de abertura. Suas componentes, de 4ª e 5ª magnitudes, formam uma binária verdadeira orbitando a cada 60 anos, período curto para uma estrela binária visual.

M81 🔭 🔭 Galáxia espiral no norte da Ursa Maior, inclinada para nós em ângulo.

M82 🔭 Galáxia espiral de lado para nós. Parece ter passado por uma explosão de formação de estrelas após um encontro próximo com a maior M81 há cerca de 300 milhões de anos.

M97 (NEBULOSA DA CORUJA) 🔭 Nebulosa planetária sob o bojo da Grande Concha, um dos objetos menos brilhantes do catálogo de Messier

URSA MAIOR NO CÉU NOTURNO
A conhecida forma de caçarola da Grande Concha, um dos padrões mais facilmente reconhecíveis no céu, é apenas parte da Ursa Maior. Pode-se ver a olho nu que a segunda estrela no cabo é dupla.

objetos menos brilhantes do catálogo de Messier.

M101 Galáxia espiral de face para nós, perto da ponta do cabo da Grande Concha.

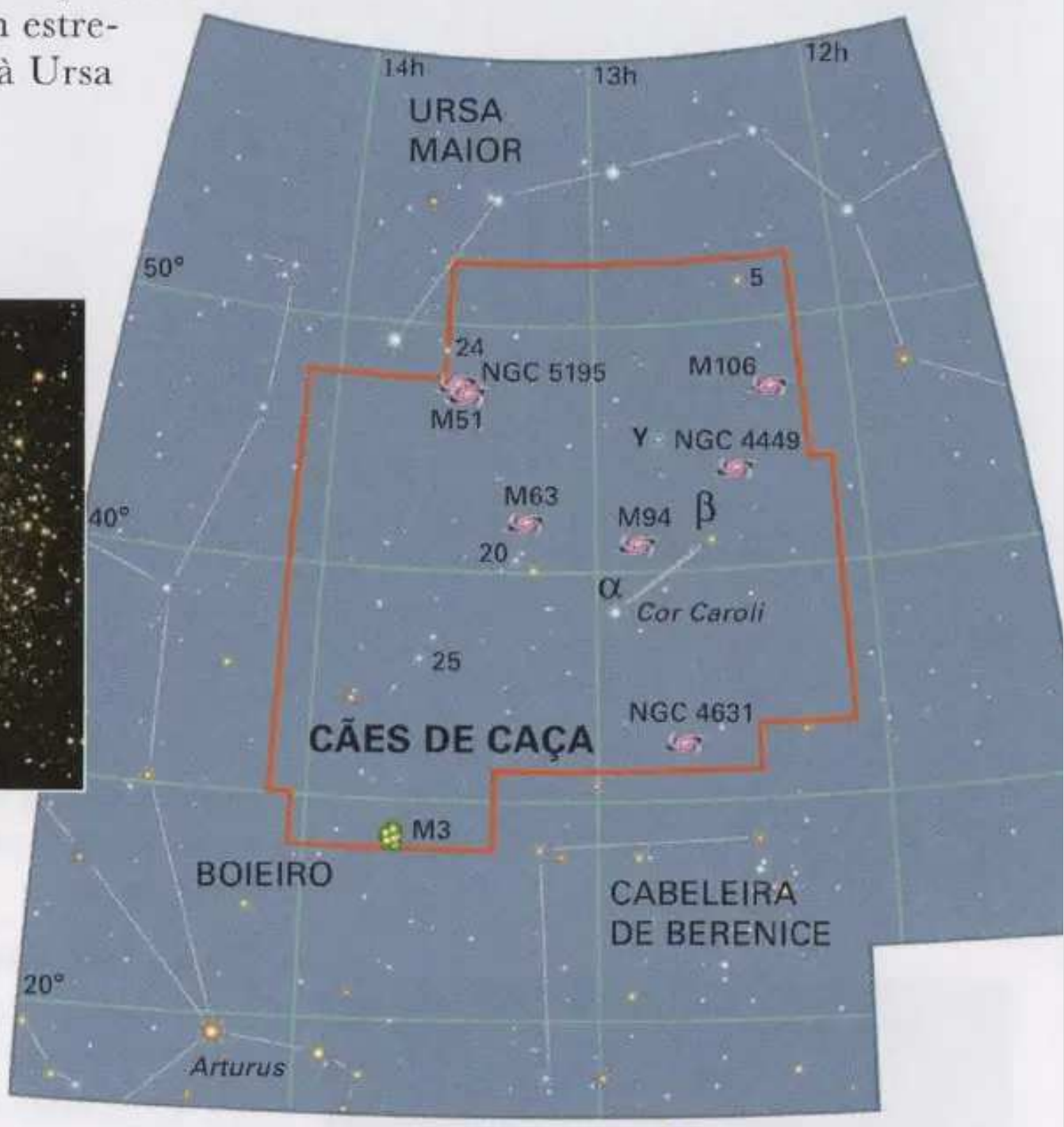
Cães de Caça Canum Venaticorum (CVn)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 38ª **TT VISIV** 90°N–37°S

HEMISFÉRIO NORTE

Situada entre Ursa Maior e Boieiro, ao sul do cabo da Grande Concha, esta constelação representa dois cães de caça segurados por uma correia por Boieiro, o pastor. Foi introduzida no fim do séc.XVII pelo astrônomo polonês Johannes Hevelius com estrelas antes pertencentes à Ursa Maior.

AGLOMERADO GLOBULAR M3
Este espetacular aglomerado é facilmente visto com binóculo, mas para distinguir suas estrelas é necessário um telescópio com abertura mínima de 100mm.

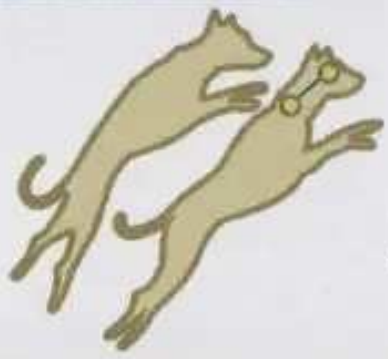


TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) CANUM VENATICORUM (COR CAROLI)
Estrela mais brilhante da constelação, uma dupla bem separada de magnitudes 2,9 e 5,6 facilmente visível com telescópio pequeno. O nome Cor Caroli (Coração de Carlos) homenageia o rei Carlos I da Inglaterra.

Y CANUM VENATICORUM (LA SUPERBA)
Supergigante vermelho profundo que flutua entre as magnitudes 5,0 e 6,5 em cerca de 160 dias.

M3 Notável aglomerado globular de 6ª magnitude, facilmente visível com binóculo como uma bola de luz vermelha entre Cor Caroli e Arturus.



OS CÃES DE CAÇA

M51 (GALÁXIA DO REDEMOINHO) Famosa galáxia espiral, visível com binóculo como uma mancha de luz redonda. Só com telescópio de tamanho regular podem-se distinguir os braços da espiral.

M63 (GALÁXIA DO GIRASSOL) Galáxia espiral visível com telescópio pequeno como mancha de luz ligeiramente alongada.

GALÁXIA DO REDEMOINHO
M51 foi a primeira galáxia cujos braços em espiral foram detectados – lorde Rosse os viu em 1845 com seu refletor de 1,8m. Na ponta de um dos braços há uma galáxia menor, NGC 5195.

Boieiro Boötis (Boo)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 13ª **TT VISIV** 90°N–35°S

HEMISFÉRIO NORTE

Esta grande e nítida constelação estende-se de Dragão e do cabo da Grande Concha no norte a Virgem no sul. Contém a estrela mais brilhante ao norte do equador celeste, Arturus (Alpha Boötis), também a quarta estrela mais brilhante entre todas. Boieiro representa um homem tangendo um urso (Ursa Maior). O nome "Arturus" significa "guarda do urso" em grego. Os dois cães do Boieiro são representados na constelação vizinha, Cães de Caça. Antes, algumas estrelas fracas no norte de Boieiro formavam uma constelação chamada Quadrans Muralis. O nome sobrevive na chuva de meteoros Quadrantídeos, que se origina nessa parte do céu em janeiro.

ÉPSILON BOOTIS
A estrela laranja e sua companheira azul-esverdeada fazem um dos mais belos contrastes de todas as duplas. Para melhor vê-las, além de grande ampliação, precisa-se de uma noite de atmosfera estável.

O BOIEIRO

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) BOOTIS (ARTURUS) 👁 Gigante vermelha de magnitude -0,1, a quarta estrela mais brilhante, 100 vezes mais luminosa que o Sol. A olho nu, tem um matiz laranja quente.

ÉPSILON (ε) BOOTIS 🔭 Célebre estrela dupla, difícil de separar em razão da proximidade das estrelas. Tem magnitude aparente de 2,4. Grande ampliação num telescópio de pelo menos 75mm de abertura revela uma estrela laranja acompanhada por outra azul-esverdeada de 5ª magnitude.

KAPPA (κ) BOOTIS 🔭 A Dupla estrela com componentes de 5ª e 7ª magnitudes, separável com telescópio pequeno. As estrelas não são relacionadas.

MU (μ) BOOTIS 🔭 Estrela dupla de 4ª e 6ª magnitudes, resolvível com binóculo.

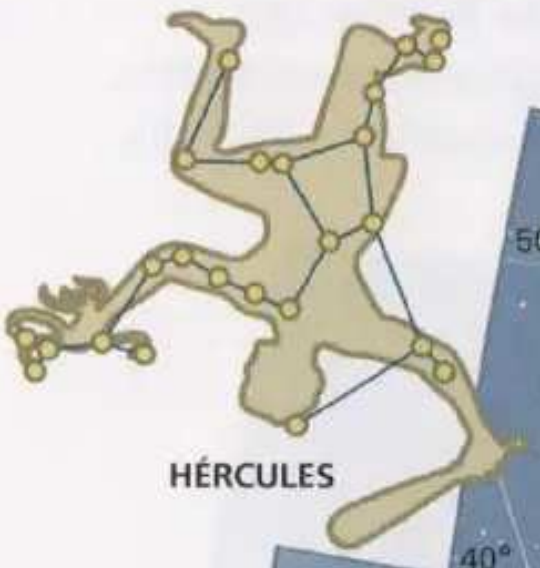
XI (ξ) BOOTIS 🔭 Estrela dupla de 5ª e 7ª magnitudes, separável com telescópio pequeno. De cor laranja-amarela quente, as estrelas formam uma binária verdadeira com período orbital de 150 anos.

Hércules Herculis (Her)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 5ª TT VISIV 90°N–38°S

HEMISFÉRIO NORTE

Constelação grande mas não muito destacada, Hércules representa o forte homem da mitologia grega que empreendeu 12 trabalhos vestindo uma pele de leão e brandindo uma clava. Um dos trabalhos foi matar um dragão, e no céu Hércules ajoelha-se com um pé sobre a cabeça de Dragão, ao norte.



HÉRCULES

AGLOMERADO GLOBULAR M13
Em condições ideais, este magnífico aglomerado pode ser visto a olho nu. Com binóculo é facilmente localizável e aparece como uma estrela enevoada com metade da largura aparente da Lua cheia. Fica ao lado da Trapézio, a cerca de um terço da distância de Eta (η) a Zeta (ζ) Herculis. Está a 25 mil anos-luz da Terra.

TRAÇOS DE INTERESSE

O TRAPÉZIO Quadrilátero de estrelas característico que faz parte do corpo de Hércules.

ALFA (α) HERCULIS (RASALGETHI) Gigante vermelha que pulsa irregularmente, flutuando entre 3ª e 4ª magnitudes. Um telescópio pequeno revela uma companheira azul-esverdeada de 5ª magnitude.

RHO (ρ) HERCULIS Dupla estrela de 5ª e 6ª magnitudes, separável com telescópio pequeno de grande ampliação.

M13 Espetacular aglomerado globular, o mais belo no céu do norte, com centenas de milhares de estrelas.

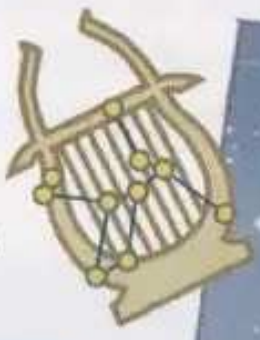
M92 Aglomerado globular de 7ª magnitude. Menor e menos brilhante que M13, pode ser confundido com estrela comum se visto com binóculo, mas um telescópio pequeno revela sua natureza.

Lira Lyrae (Lyr)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 52ª **TT VISIV** 90°N–42°S

HEMISFÉRIO NORTE

Constelação compacta mas destacada, contém Vega, a quinta estrela mais brilhante do céu. Azul-branca, Vega é parte de um triângulo de estrelas no céu de verão setentrional, o Triângulo do norte (os outros membros são Deneb, em Cisne, e Altair, em Águia). Lira, o instrumento tocado por Orfeu, fica na borda da Via Láctea, perto de Cisne. Os meteoros Lirídeos irradiam de um ponto próximo de Vega todos os anos, por volta de 21 ou 22 de abril.



A LIRA

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) LYRAE Estrela dupla facilmente separável em componentes creme e azul com telescópio pequeno. A estrela mais brilhante (a creme) é também uma binária eclipsante que varia entre as magnitudes 3,3 e 4,4 a cada 12,9 dias. As duas estrelas nessa binária são tão próximas que o gás da maior cai sobre a menor e parte dele espirala no espaço.

DELTA (δ) LYRAE Dupla separável com binóculo ou boa visão a olho nu. Consiste numa gigante vermelha de 4ª magnitude e uma azul-branca não relacionada de 6ª magnitude.

ÉPSILON (ε) LYRAE A mais bela estrela quádrupla do céu. Com binóculo aparece como nítido par de estrelas de 5ª magnitude. Cada uma tem uma companheira mais próxima, revelada por telescópio de 60 ou 75mm de abertura com grande ampliação. As quatro estrelas estão ligadas por gravidade e em órbitas de longo prazo uma em redor da outra.

ZETA (ζ) LYRAE Estrela dupla com campo

NEBULOSA DO ANEL
Com um telescópio pequeno, o anel parece um disco mais largo que o do planeta Júpiter. Só com aberturas maiores se pode ver o buraco central. Fotografias e imagens de CCD como esta enfatizam cores não aparentes visualmente.

ZETA (ζ) LYRAE Estrela dupla com componentes de 4ª e 6ª magnitudes, facilmente separável com binóculo ou telescópio pequeno.

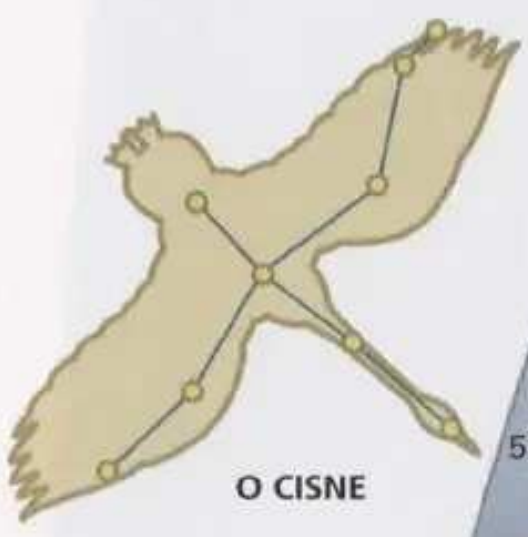
M57 (NEBULOSA DO ANEL) Nebulosa planetária que parece um anel de fumaça. O telescópio espacial Hubble revelou que o "anel" é um cilindro de gás lançado pela estrela central.

Cisne Cygni (Cyg)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 16ª **TT VISIV** 90°N–28°S

HEMISFÉRIO NORTE

Uma das mais destacadas constelações do céu setentrional, com muitos objetos de interesse. Situa-se numa área rica da Via Láctea e representa um cisne, o disfarce adotado pelo deus grego Zeus para uma de suas seduções ilícitas. Suas principais estrelas delineiam uma cruz gigantesca, por isso é popularmente chamada de Cruzeiro do Norte. Deneb, sua estrela mais brilhante, está na cauda do cisne (ou no topo da cruz, dependendo do seu grau de visualização). Deneb forma um vértice do Triângulo do Norte de estrelas do norte, completado por Vega e Altair.



O CISNE

RAPOSA

HÉRCULES

NEBULOSA DA AMÉRICA DO NORTE
NGC 7000 é também chamada de nebulosa da América do Norte em razão de sua forma. Sua plena majestade só aparece em fotografias de longa exposição.

CISNE NO CÉU NOTURNO
Como as principais estrelas de Cisne formam uma cruz, a constelação é popularmente chamada de Cruzeiro do Norte.

NEBULOSA DO VÉU
Os restos de uma estrela explodida formam um tênue laço de gás fulgurante sob a asa sul de Cisne. Com a largura de seis diâmetros da Lua, a nebulosa é mais visível em fotografias, mas em condições ideais a parte mais luminosa, NGC 6992, pode ser avistada com binóculo e telescópio pequeno.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALPHA (α) CYGNI (DENEB) 👁 Supergigante muito luminosa. De magnitude 1,3, é a mais distante estrela de

visível com binóculo. Tem forma triangular e uma estrela dupla no centro.

primeira magnitude, a mais de 3 mil anos-luz da Terra.

BETA (β) CYGNI (ALBÍREO) Bela estrela dupla colorida no bico do cisne. As duas estrelas podem ser distinguidas com binóculo, se firmemente montado, e são um alvo fácil para um telescópio pequeno. A estrela mais brilhante, de magnitude 3,1, é laranja, em vivo contraste com a mais pálida, de magnitude 5,1 e azul-esverdeada.

OMICRON-1 (o¹) CYGNI Dupla separada para binóculo reunindo uma estrela laranja de 4ª magnitude e uma companheira azulada de 5ª magnitude.

CHI (χ) CYGNI Gigante vermelha pulsante do mesmo tipo que Mira. Quando atinge seu auge, a intervalos de cerca de 13 meses, pode parecer de 3ª magnitude e é facilmente visível a olho nu, mas como empalidece até a 14ª magnitude, sua variação total só pode ser acompanhada com telescópio.

61 CYGNI Dupla facilmente separável com telescópio pequeno. Composta de duas anãs laranja de 5ª e 6ª magnitudes que orbitam uma à outra a cada 650 anos.

M39 Grande aglomerado aberto no norte de Cisne. Com área similar à da Lua cheia, é facilmente

NGC 6826 (THE BLINKING PLANETARY) Nebulosa planetária com disco azul-esverdeado de tamanho similar ao contorno de Júpiter. É popularmente chamada nebulosa Pisca-Pisca porque parece piscar à medida que o observador olha alternadamente para ela e para um lado.

NGC 6992 (NEBULOSA DO VÉU) Enorme laço de gás fulgurante, o resto de uma estrela que explodiu como supernova há milhares de anos.

NGC 7000 Grande nuvem de gás fulgurante perto de Deneb. Pode ser vista com binóculo em noites limpas e escuras.

CYGNUS RIFT (SACO DE CARVÃO DO NORTE) Nuvem de poeira que divide a Via Láctea em duas.

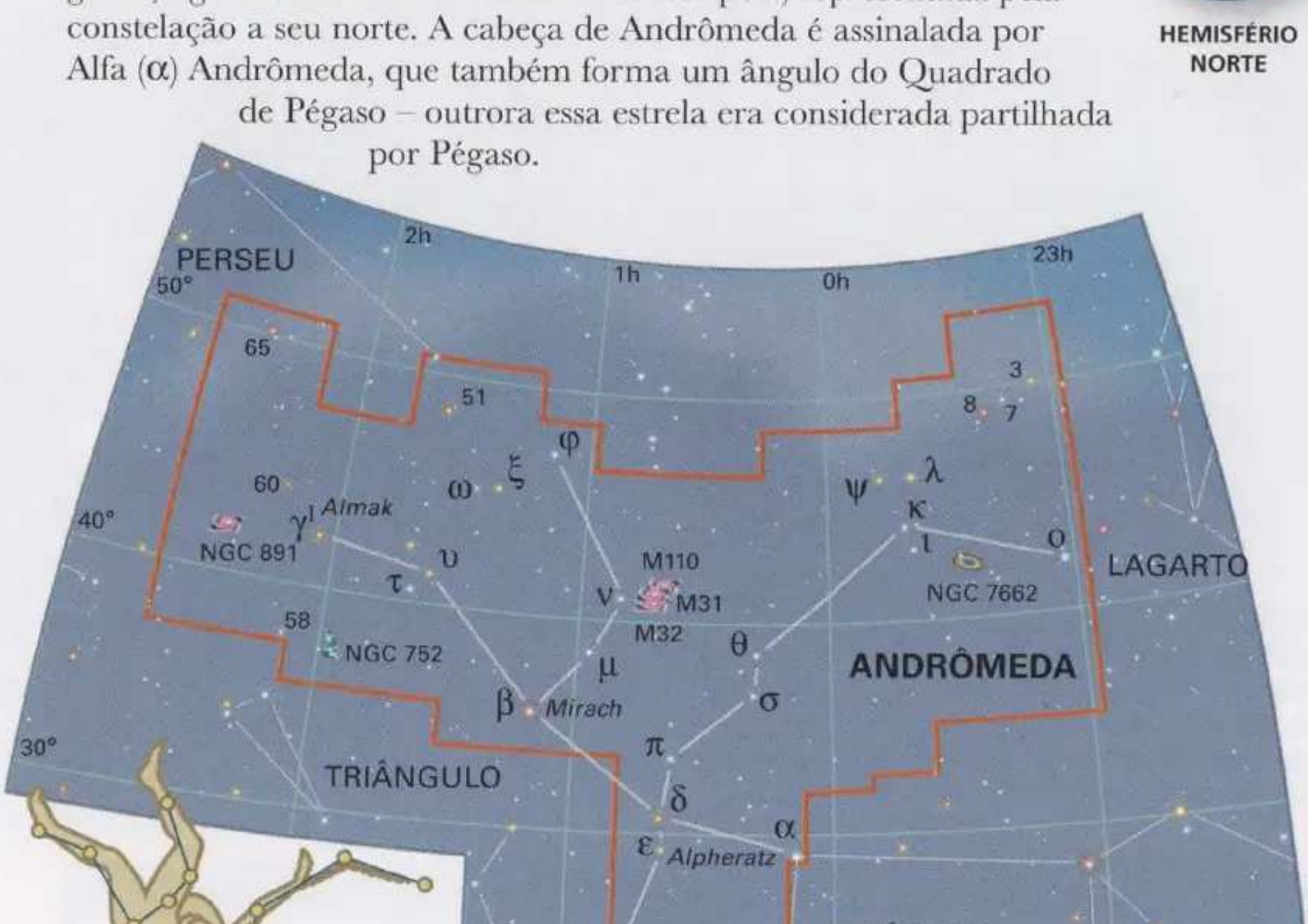
CISNE A E CISNE X-1 Dois objetos além do alcance do astrônomo amador, mas de considerável interesse astrofísico. Cisne A, forte fonte de rádio, resulta da colisão de duas galáxias a bilhões de anos-luz de distância. Cisne X-1, intensa fonte de raios X perto de Eta (η) Cygni, talvez seja um buraco negro na órbita de uma supergigante azul de 9ª magnitude a cerca de 8 mil anos-luz em nossa própria galáxia.

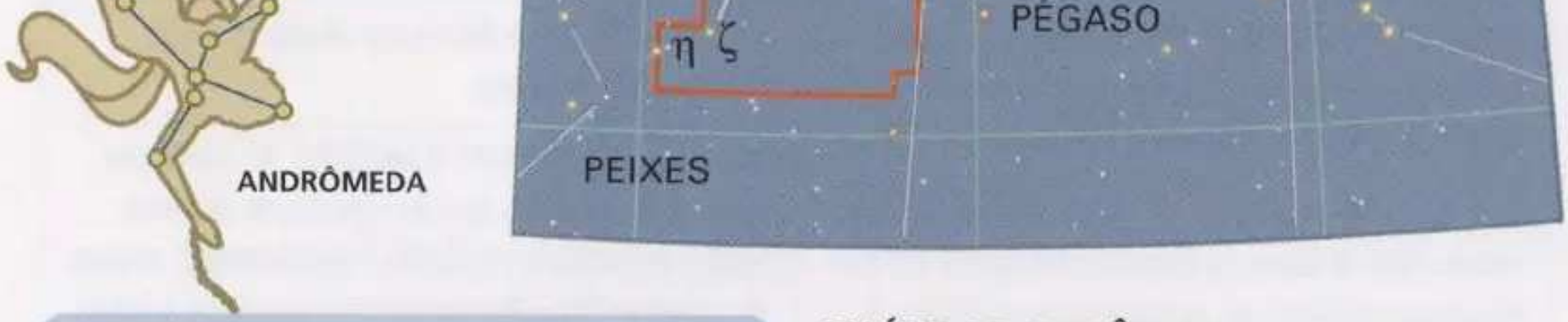
Andrômeda Andromedae (And)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 19ª **TT VISIV** 90°N–37°S

HEMISFÉRIO NORTE

Andrômeda é vizinha de Pégaso. Uma das constelações gregas originais, figura a filha da rainha mítica Cassiopeia, representada pela constelação a seu norte. A cabeça de Andrômeda é assinalada por Alfa (α) Andrômeda, que também forma um ângulo do Quadrado de Pégaso – outrora essa estrela era considerada partilhada por Pégaso.





TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) ANDROMEDAE Espetacular estrela dupla composta de uma estrela gigante laranja de magnitude 2,3 em contraste com companheira azul de magnitude 4,8; facilmente separável com telescópio pequeno.

M31 (GALÁXIA DE ANDRÔMEDA) Enorme galáxia espiral a cerca de 2,5 milhões de anos-luz, similar em tamanho e natureza à Via Láctea.

NGC 752 Aglomerado de estrelas aberto visível com binóculo e espalhado por uma área maior que a da Lua cheia. Um telescópio pequeno é necessário para revelar suas estrelas individuais, que são de 9ª magnitude e menos brilhantes.

NGC 7662 Uma das nebulosas planetárias mais fáceis de se ver. Com telescópio pequeno de baixa ampliação, parece uma brilhante estrela azul; potências maiores mostram sua forma de disco.

GALÁXIA DE ANDRÔMEDA

O mais distante objeto normalmente visível a olho nu, esta galáxia aparece como mancha tênue e enevoada, alongada por estar inclinada num ângulo para nós. Binóculos revelam mais de sua extensão e com telescópio se divisam seus braços espirais.

Lagarto Lacertae (Lac)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 68ª **TT VISIV** 90°N–33°S

Esta pequena e pouco notável constelação consiste num ziguezague de estrelas pálidas que enche a região entre Andrômeda e Cisne, espremida num espaço estreito como um lagarto entre duas pedras. Sua estrela mais brilhante é Alfa (α) Lacertae, magnitude 3,8.

Lagarto é uma das constelações descobertas no fim do séc.XVII pelo astrônomo polonês Johannes Hevelius. Embora sem objetos do interesse de astrônomos amadores, é famosa por ter dado seu nome a uma nova classe de galáxias, os chamados objetos BL Lacertae ou BL Lac.

O LAGARTO

TRAÇOS DE INTERESSE

BL LACERTAE Protótipo de uma classe especial de galáxias com núcleos ativos brilhantes relacionados a quasares. São galáxias ativas que lançam um jato de gás diretamente para a Terra. Outrora se pensa-

va que o núcleo das BL Lacertae era uma estrela variável peculiar de 14ª magnitude e o classificavam como tal.

Triângulo Trianguli (Tri)

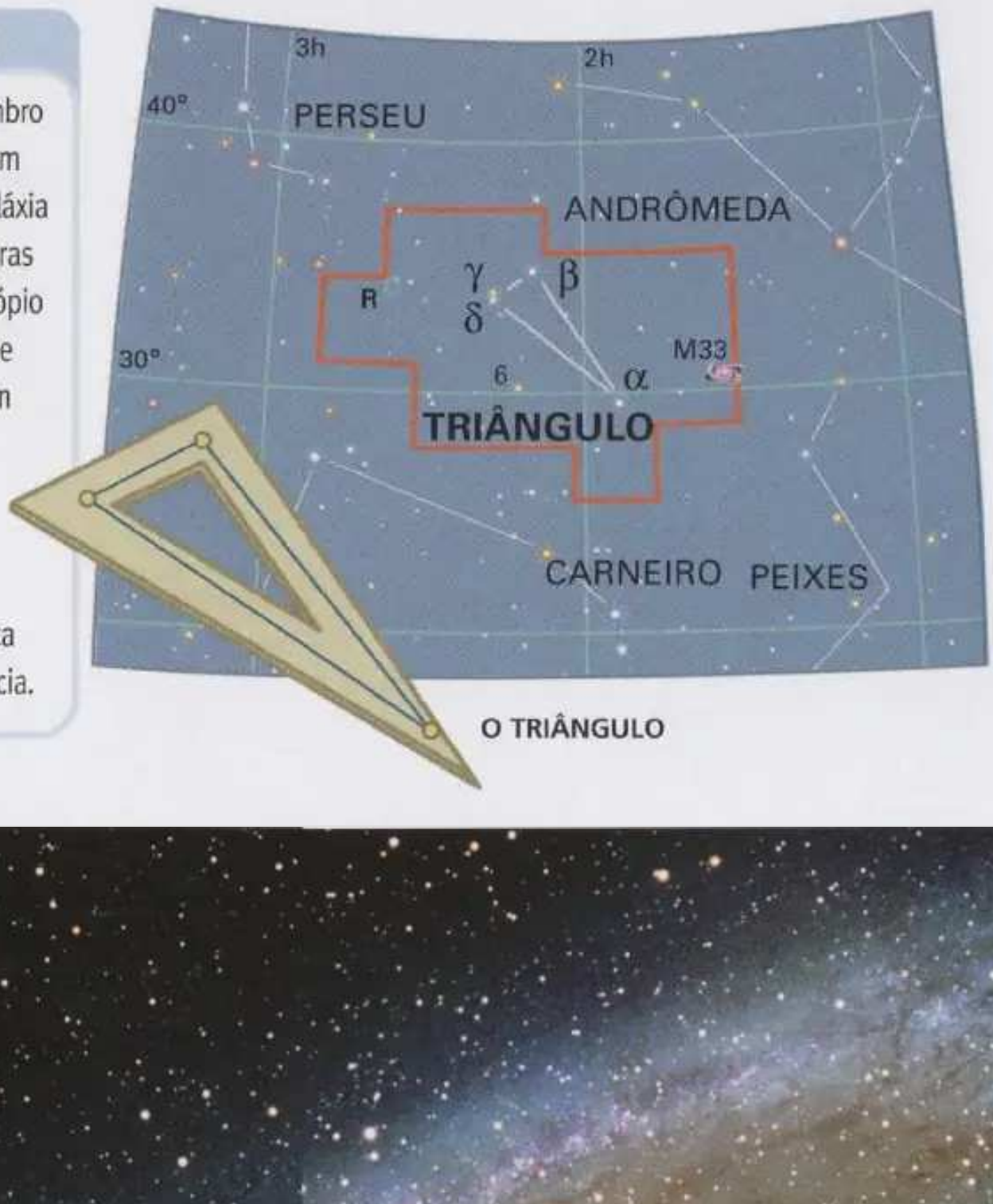
LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 78ª **TT VISIV** 90°N–52°S

HEMISFÉRIO NORTE

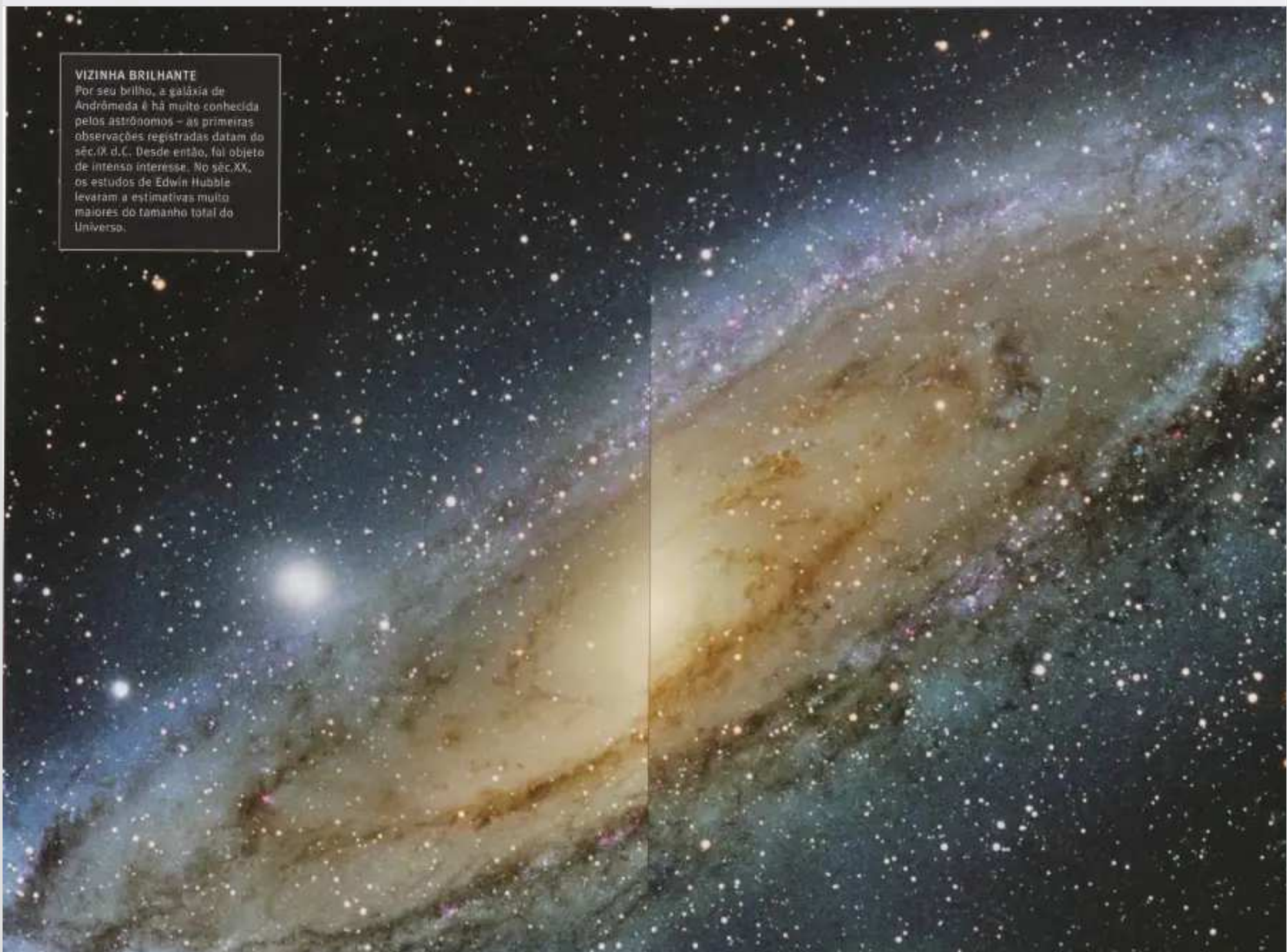
Pequena constelação situada entre Andrômeda e Carneiro, é pouco mais que um triângulo de três estrelas. Era uma das constelações conhecidas pelos gregos antigos, que viam nela o delta do Nilo ou a ilha da Sicília.

TRAÇOS DE INTERESSE

M33 Terceiro maior membro de nosso Grupo Local de galáxias, com cerca de um terço do diâmetro da galáxia Andrômeda. Em noites limpas e escuras pode ser visto com binóculo e telescópio como uma mancha grande e pálida de tamanho similar ao da Lua cheia. Com um telescópio amador maior podem-se ver seus braços espirais, onde fotografias de longa exposição e de CCD mostram manchas rosadas de gás. M33 está a cerca de 2,7 milhões de anos-luz de distância.



O TRIÂNGULO



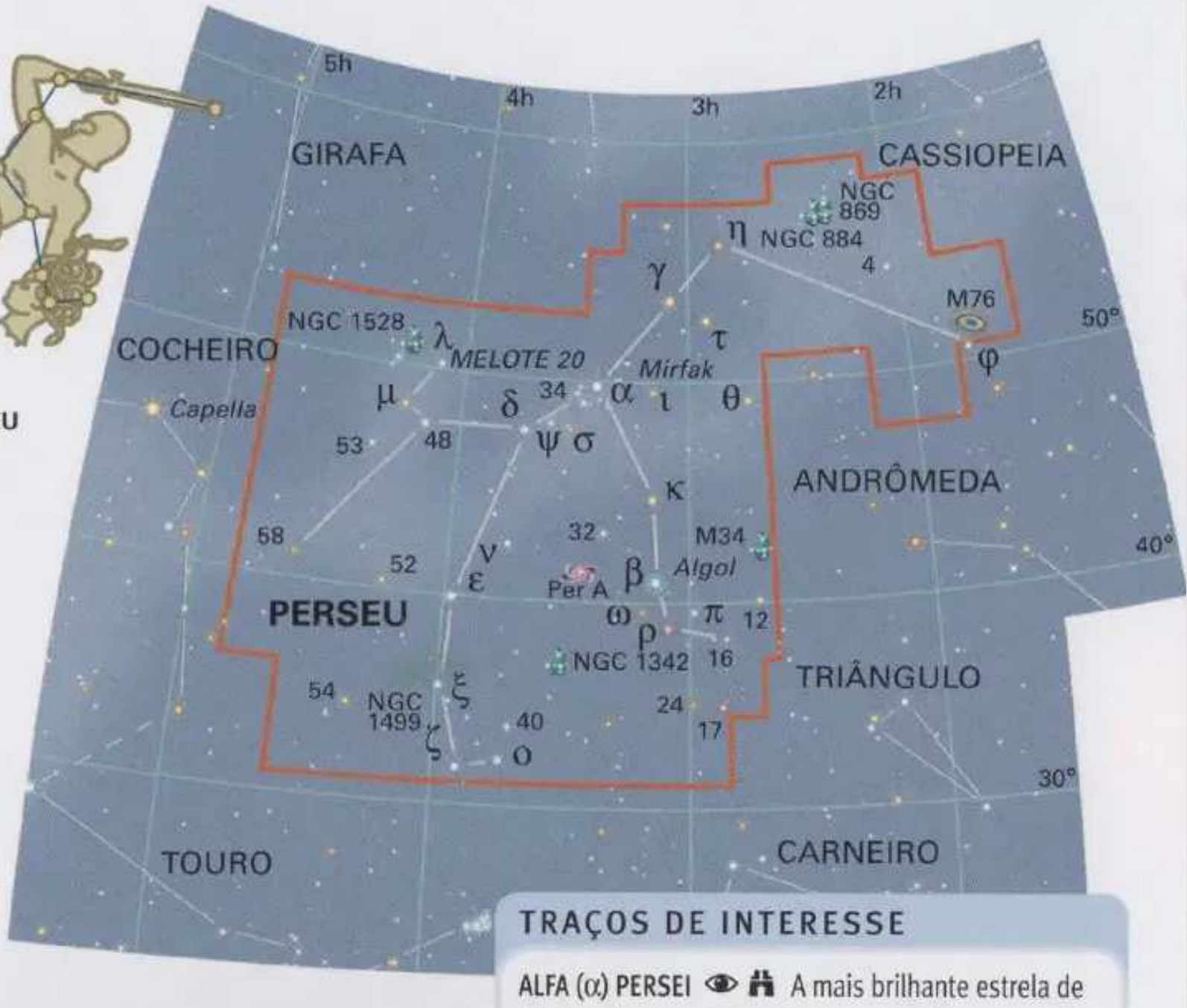
Perseu Persei (Per)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 24ª **TT VISIV** 90°N–31°S

HEMISFÉRIO NORTE

Constelação proeminente, Perseu está na Via Láctea entre Cassiopeia e Cocheiro. Uma das constelações gregas originais, representa o personagem enviado para matar Medusa, a Górgone. No céu, ele é representado segurando a cabeça da Górgone, assinalada por Algol, famosa estrela variável. Meteoros Perseídeos parecem irradiar da constelação a cada mês de agosto.

PERSEU



TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) PERSEI A mais brilhante estrela de Perseu, de magnitude 1,8, no centro do grupo conhecido como aglomerado Alfa Persei ou Melotte 20.

BETA (β) PERSEI (ALGOL) A mais famosa binária eclipsante e a primeira a ser descoberta, Algol passa de magnitude 2,1 para 3,4, a cada 69 horas, à medida que uma estrela eclipsa a outra, retornando ao normal após 10 horas. Revistas e anuários astronômicos dão as previsões dos eclipses de Algol.

RHO (ρ) PERSEI Gigante vermelha cujo brilho flutua em cerca de 50%, entre magnitudes 3,3 e 4,0, mais ou menos a cada sete semanas.

M34 Aglomerado aberto disperso de várias dúzias de estrelas perto do limite com Andrômeda

AGLOMERADO DUPLO
Cada aglomerado contém centenas de estrelas de 7ª magnitude e mais fracas, cobrindo uma área similar à da Lua cheia. Ambos os aglomerados estão a mais de sete mil anos-luz, no braço espiral de Perseu de nossa galáxia.

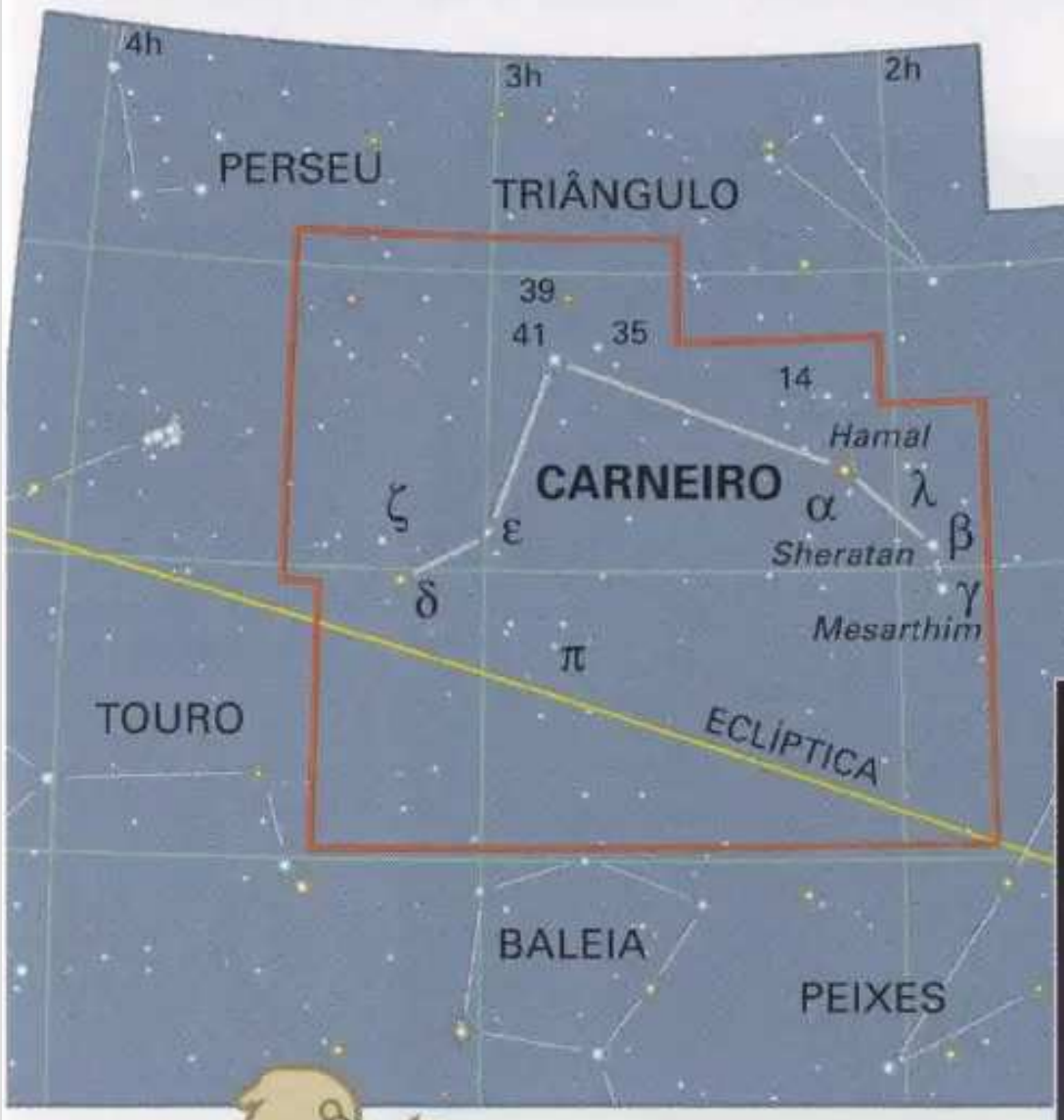
NGC 869 E NGC 884 (AGLOMERADO DUPLO)
Dois aglomerados abertos adjacentes visíveis a olho nu como uma mancha mais brilhante na Via Láctea, perto do limite com Cassiopeia. Boa visibilidade com binóculo e telescópio pequeno.

Carneiro Arietis (Ari)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 39ª **TT VISIV** 90°N–58°S

HEMISFÉRIO NORTE

Carneiro, constelação do zodíaco situada entre Peixes e Touro, não é particularmente destacada. Sua figura mais reconhecível é uma linha torta de três estrelas, Alfa (α), Beta (β) e Gama (γ) Arietis. Na mitologia grega, representa o carneiro cujo velocino de ouro pendia de um carvalho na Cólquida, costa leste do mar Negro. Jasão e os argonautas fizeram uma viagem épica para levar o velocino à Grécia.



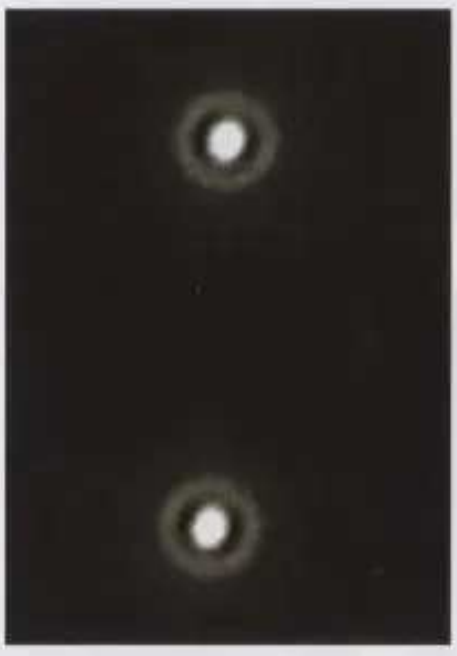
TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) ARIETIS Estrela dupla com componentes brancas quase idênticas de magnitudes 4,6 e 4,7, facilmente separável com telescópio pequeno.

LAMBDA (λ) ARIETIS Estrela de 5ª magnitude com companheira de 7ª magnitude visível com binóculo grande ou telescópio pequeno.

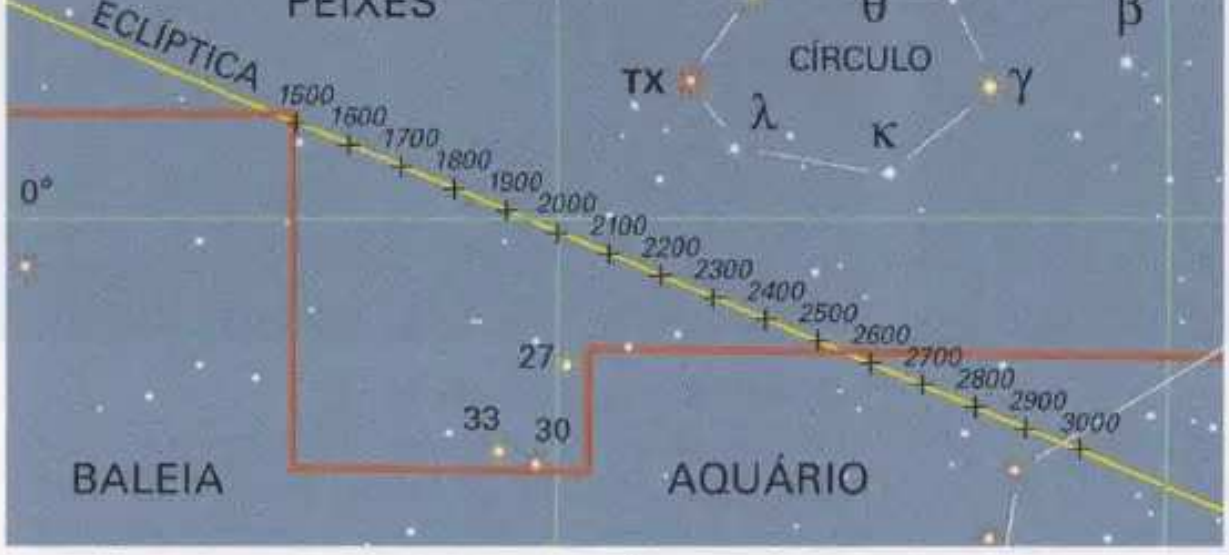
A LINHA TORTA DE CARNEIRO
Linha formada pela três estrelas mais brilhantes de Carneiro – Alfa (α), Beta (β) e Gama (γ) Arietis. Veem-se também nesta fotografia Vênus (embaixo) e Marte, à esquerda de Áries.

O CARNEIRO



GAMA ARIETIS
A olho nu, Gama (γ) Arietis parece ter magnitude 3,9, mas um pequeno telescópio a revela como admirável dupla. Esta imagem de CCD mostra suas duas componentes muito parecidas.

O PRIMEIRO PONTO DE ÁRIES



PRIMEIRO PONTO DE ÁRIES 1500-3000 d.C.

DE ÁRIES

Na Grécia antiga, há mais de dois mil anos, o equinócio vernal – ponto em que a eclíptica cruza o equador celeste – passava perto do limite entre Carneiro e Peixes. A precessão (ver p.133) o deslocou quase para Aquário, mas ele continua a ser chamado o primeiro ponto de Áries. Esta carta mostra seu movimento entre os anos 1500 e 3000 d.C.

Touro Tauri (Tau)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 17ª **TT VISIV** 88°N–58°S

HEMISFÉRIO NORTE

Touro é uma grande e proeminente constelação do zodíaco, com uma profusão de objetos para instrumentos de todos os tamanhos, em especial os aglomerados estelares Plêiades e Híades e a nebulosa do Caranguejo. As Híades representam o focinho do touro e a estrela mais brilhante da constelação, Aldebaran, marca seu olho cintilante. A cada início de novembro, os meteoros Taurídeos parecem irradiar de um ponto ao sul das Plêiades. Na mitologia grega, o touro representava o disfarce adotado por Zeus para levar a princesa Europa da Fenícia para Creta, cruzando o Mediterrâneo a nado com ela nas costas.

O TOURO

NEBULOSA DO CARANGUEJO
Belos restos de uma estrela que explodiu como supernova, este objeto foi batizado em 1844 por lorde Rosse, para quem os filamentos de gás pareciam as patas de um caranguejo.

AGLOMERADO DAS HÍADES
Este aglomerado em forma de "V" delineia a cara do touro. Suas estrelas mais brilhantes são facilmente visíveis a olho nu. Aldebaran (à esquerda) está em primeiro plano, não pertencendo ao aglomerado.

AS SETE IRMÃS
Fotografias e imagens de CCD mostram que as Plêiades estão imersas numa névoa azul de poeira que reflete a luz das estrelas mais brilhantes.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) TAURI (ALDEBARAN) 👁 🔭 Estrela mais brilhante da constelação, magnitude 0,9. É uma gigante vermelha de cor muito visível. Parece fazer parte do aglomerado Híades, mas está a apenas 65 anos-luz, menos da metade da distância do aglomerado, a que se superpõe por acaso.

KAPPA (κ) TAURI 🔭 Dupla separada com componentes de 4ª e 5ª magnitudes, nos arredores das Híades.

M45 (PLÊIADES) 👁 🔭 Grande e nítido aglomerado popularmente chamado de Sete Irmãs. O seu membro mais brilhante é Alcione, de magnitude 2,9, e localiza-se perto do centro. Seis – e não sete – membros das Plêiades podem ser vistos a olho nu; com binóculo, o aglomerado é uma visão deslumbrante, com muitos membros aparecendo. Em fotografias e imagens de CCD, as estrelas aparecem numa luminosa névoa azul

LAMBDA (λ) TAURI Binária eclipsante do mesmo tipo que Algol. Varia entre magnitudes 3,4 e 3,9, num ciclo de pouco menos de quatro dias.

SIGMA (σ) TAURI Estrela dupla separada nas Híades, separável com binóculo. Ambas as componentes são de 5ª magnitude.

M1 (NEBULOSA DO CARANGUEJO) Restos de uma estrela que explodiu como supernova; deve ter sido visto da Terra em 1054 d.C. Com telescópio pequeno, aparece como um pálido fulgor elíptico sete vezes maior que o disco de Júpiter. Só com aberturas grandes se veem os detalhes que levaram o astrônomo irlandês lorde Rosse a batizar a nebulosa, em 1844.

de poeira. Cobre uma área de céu três vezes maior que a da Lua cheia. Está a 400 anos-luz da Terra.

HÍADES Grande aglomerado cujas principais estrelas formam um "V" com dez vezes a largura aparente da Lua. Localizado a 150 anos-luz de distância, é o grande aglomerado mais próximo de nós. Mais de uma dúzia de membros são visíveis a olho nu e binóculo revela outras dúzias. No braço sul do "V" há uma vasta dupla, Theta (θ) Tauri. A estrela mais brilhante desse par, com magnitude 3,4, é o membro mais brilhante das Híades.

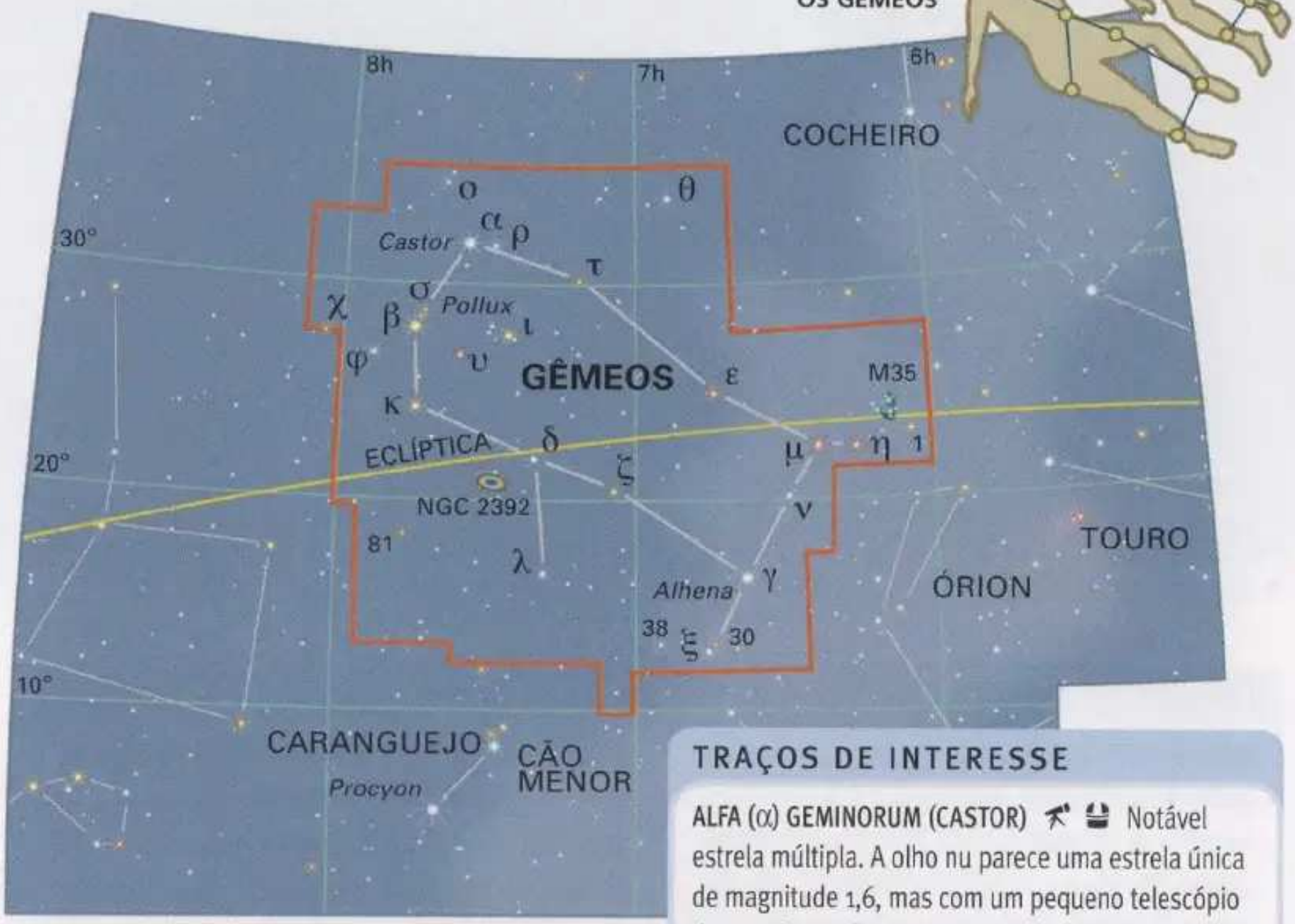
Gêmeos Geminorum (Gem)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 30ª **TT VISIV** 90°N–55°S

HEMISFÉRIO NORTE

Esta nítida constelação do zodíaco é facilmente identificável por suas estrelas mais brilhantes, Castor e Pollux, que têm os nomes dos gêmeos da mitologia grega que ela representa. Castor e Pollux marcam as cabeças dos gêmeos, embora sejam muito diferentes. Pollux, a estrela mais brilhante do par, de magnitude 1,2, é uma gigante laranja a 34 anos-luz de distância; Castor é uma azul-branca, magnitude 1,6, a 52 anos-luz. Em meados de dezembro, os meteoros Geminídeos irradiam de um ponto perto de Castor.

OS GÊMEOS



TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) GEMINORUM (CASTOR) Notável estrela múltipla. A olho nu parece uma estrela única de magnitude 1,6, mas com um pequeno telescópio de grande ampliação separa-se num cintilante par

AGLOMERADO ABERTO M35
Sob um céu limpo, o aglomerado estelar M35 pode ser avistado a olho nu. Com binóculo, aparece como uma mancha alongada de luz estelar do tamanho aparente da Lua cheia. Visto com um pequeno telescópio, suas estrelas individuais parecem formar correntes.

azul-branco de 2ª e 3ª magnitudes. Estas formam uma binária genuína com um período orbital de 470 anos. Há também uma companheira anã vermelha de 9ª magnitude. As 3 estrelas são binárias espectroscópicas, num total de 6 estrelas no sistema.

ZETA (ζ) GEMINORUM Variável cefeida que oscila entre as magnitudes 3,6 e 4,2 num ciclo de 10,2 dias.

ETA (η) GEMINORUM Variável gigante vermelha cuja magnitude oscila entre 3,1 e 3,9.

M35 Aglomerado estelar aberto aos pés dos gêmeos, facilmente encontrável com binóculo.

NGC 2392 (NEBULOSA DO ESQUIMÓ)
Nebulosa planetária visível com pequeno telescópio com o disco azulado similar em tamanho ao globo de Saturno. Aberturas maiores e imagens de CCD mostram uma fímbria circundante de gás como a pele na parca de um esquimó.

Caranguejo Cancri (Cnc)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 31ª **TT VISIV** 90°N–57°S

HEMISFÉRIO NORTE

Entre Gêmeos e Leão, Caranguejo é a mais fraca das 12 constelações zodiacais, mas inclui um aglomerado estelar importante, Presépio, também chamado Colmeia ou Manjedoura. As estrelas Gama (γ) e Delta (δ) Cancri, no norte e no sul do aglomerado, representam dois burros comendo na manjedoura. Na mitologia grega, o Caranguejo atacou Hércules durante sua luta contra a Hidra de muitas cabeças, mas foi esmagado pelo pé do herói – um pequeno papel, condizente com uma constelação tão fraca.

TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) CANCRI Estrela dupla para telescópio pequeno. Suas estrelas de 5ª e 6ª magnitude formam uma binária com período orbital de mais de mil anos.

IOTA (ι) CANCRI Gigante amarela de 4ª magnitude em lindo contraste com companheira azul-branca de 7ª magnitude, com boa visibilidade em telescópio pequeno, embora também visível com binóculo 10 x 50.

M44 (PRESÉPIO, COLMÉIA, MANJEDOURA)
Grande aglomerado aberto no coração de Caranguejo.

M67 Aglomerado aberto no sul de Caranguejo, menor e mais denso que M44.

AGLOMERADO DO PRESÉPIO
Os gregos antigos o conheciam e podiam vê-lo a olho nu como um ponto vago, mas é improvável que seja visível sob céus urbanos sem binóculo.

O CARANGUEJO

Leão Menor Leonis Minoris (LMi)

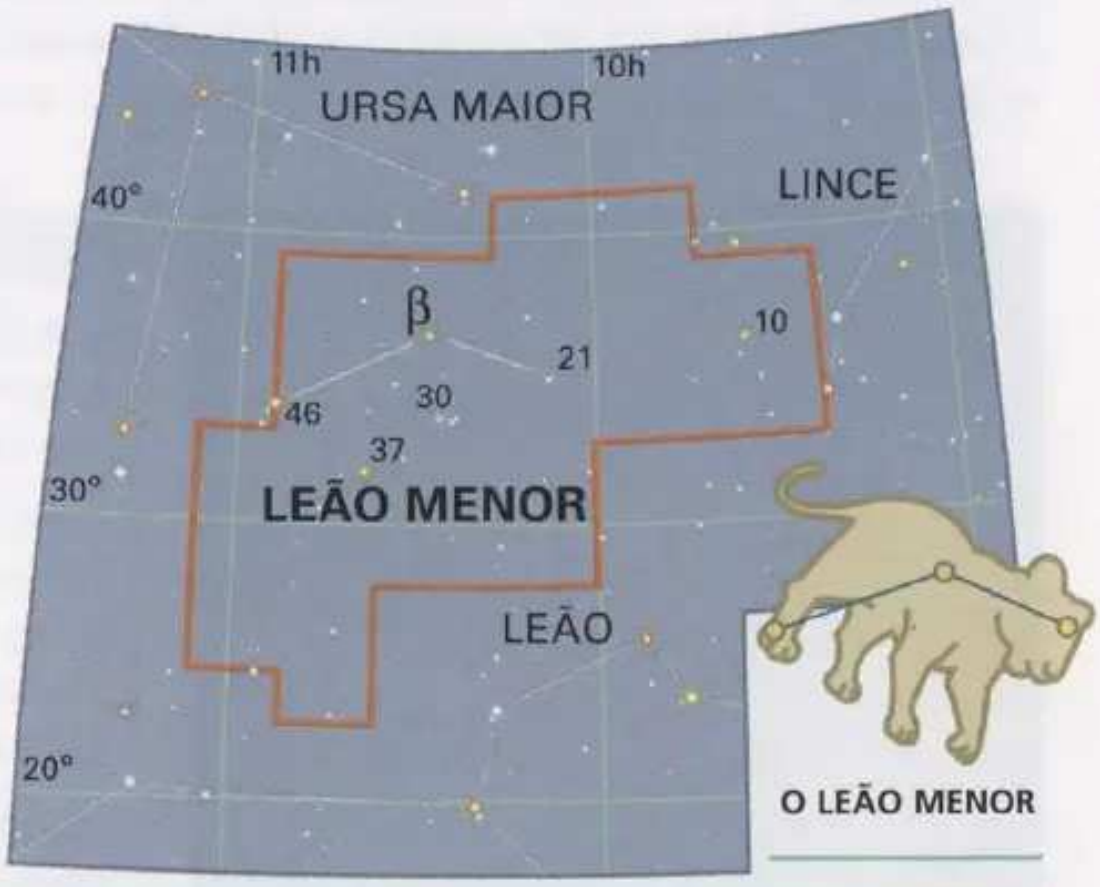
LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 64ª **TT VISIV** 90°N–48°S

HEMISFÉRIO NORTE

Esta pequena e insignificante constelação ao norte de Leão representa um filhote de leão, embora tal forma não seja sugerida pelas estrelas. Foi uma das constelações introduzidas no fim do séc.XVII pelo astrônomo polonês Johannes Hevelius. Não contém objetos de interesse para usuários de telescó-
pio pequeno.

TRAÇOS DE INTERESSE

A Constelação Leão Menor tem um traço inusitado: não tem uma estrela chamada Alfa (α), embora a segunda mais brilhante se chame Beta (β). Isso se deve a um erro do astrônomo inglês Francis Baily, que ao atribuir letras gregas às estrelas da constelação no séc.XIX, deixou passar 46 LMi, que deveria ser Alfa.



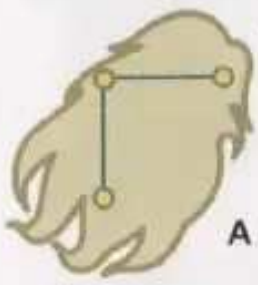
O LEÃO MENOR

Cabeleira de Berenice Comae Berenices (Com)

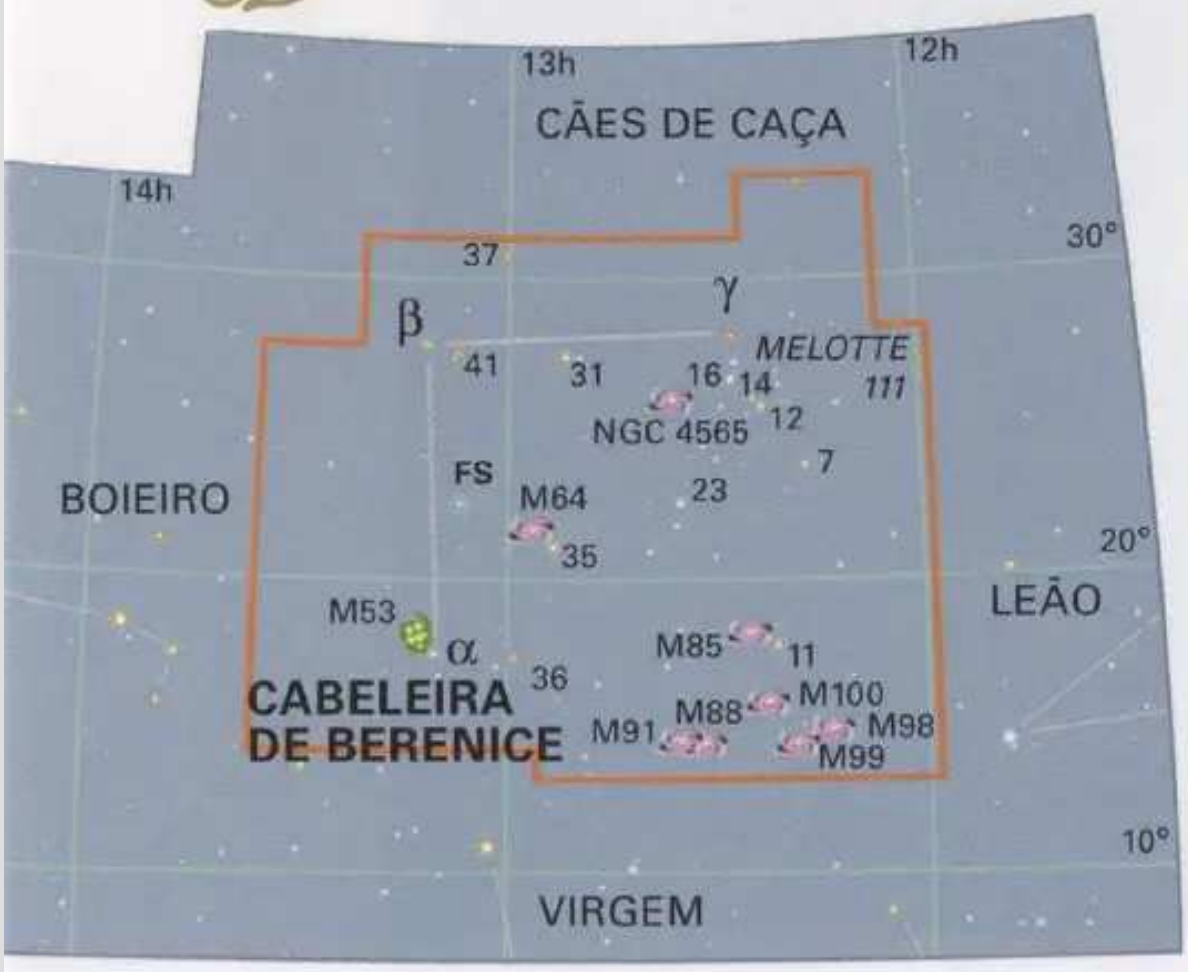
LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 42ª **TT VISIV** 90°N–56°S

Cabeleira de Berenice é uma constelação fraca mas interessante entre Leão e Boieiro. Representa os cachos da cabeleira da rainha Berenice do Egito, cortados por ela como um tributo aos deuses quando seu marido voltou incólume da batalha. Foi distinguida como uma constelação à parte em meados do séc.XVI pelo cartógrafo holandês Gerardus Mercator. Antes, suas estrelas eram vistas como a cauda de Leão. Muitas galáxias habitam sua parte sul, a maioria dentro do aglomerado de Virgem, como M85, M88, M99 e M100.

HEMISFÉRIO NORTE



A CABELEIRA DE BERENICE



TRAÇOS DE INTERESSE

AGLOMERADO ESTELAR DE COMA Enorme aglomerado aberto de estrelas fracas ao sul de Gama (γ) Comae Berenices. Pode ser mais visível com binóculo.

M64 (GALÁXIA DO OLHO NEGRO) Galáxia espiral visível como mancha elíptica de luz com telescópio pequeno. Uma grande mancha de poeira perto do núcleo dá à galáxia seu nome popular, mas só uma abertura de 150mm ou mais é necessária para vê-la bem.

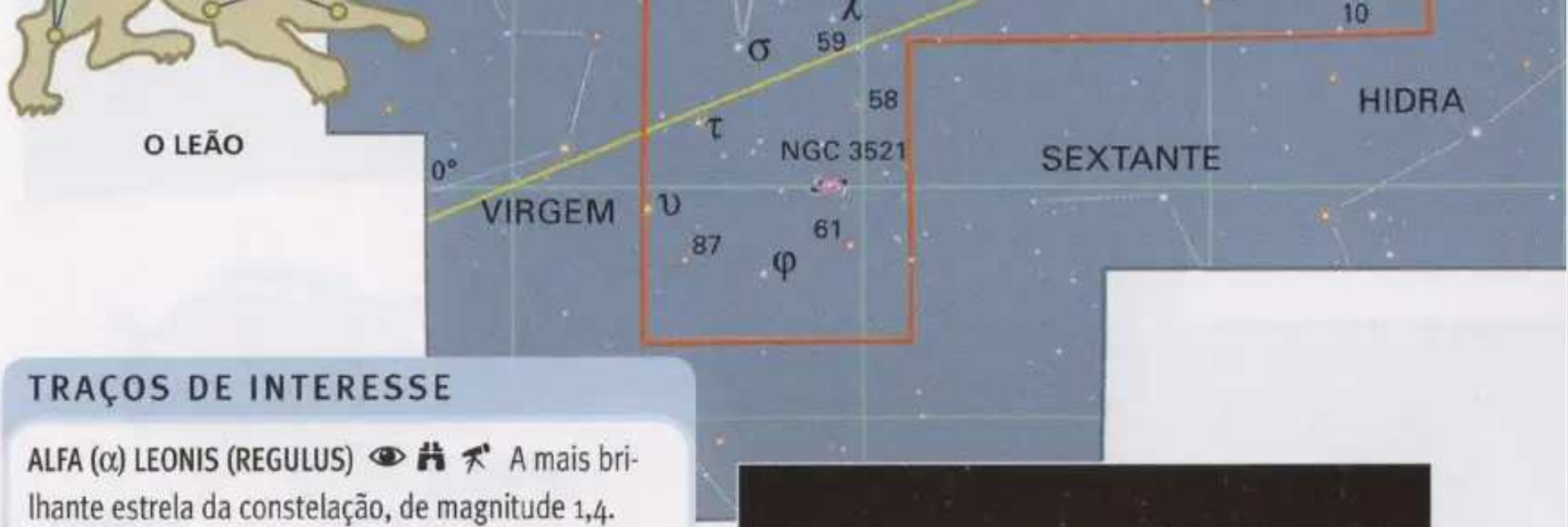
NGC 4565 Outra galáxia espiral; por estar voltada de lado para nós, parece longa e fina. Visível num telescópio com abertura de 100mm.

Leão Leonis (Leo)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 12ª **TT VISIV** 82°N–57°S

HEMISFÉRIO NORTE

Grande constelação do zodíaco e uma das mais fáceis de reconhecer, porque seu contorno realmente lembra um leão. O padrão de seis estrelas que marca a cabeça e o peito do animal, na forma de um ponto de interrogação invertido, é conhecido como a Foice. Na mitologia grega, Leão representa o leão de couro impenetrável morto por Hércules no primeiro de seus 12 trabalhos. Os meteoros Leonídeos irradiam da região da Foice a cada mês de novembro.



TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) LEONIS (REGULUS) A mais brilhante estrela da constelação, de magnitude 1,4. Telescópio pequeno ou binóculo mostram uma companheira de 8ª magnitude.

GAMA (γ) LEONIS (ALGIEBA) Par dourado de magnitude 2,2 e 3,5, separável com telescópio pequeno de grande ampliação. As duas estrelas são gigantes laranja que orbitam uma à outra a cada 600 anos.

ZETA (ζ) LEONIS Tripla bem separada de 3ª magnitude na Foice de Leão. Estrelas não relacionadas de 6ª magnitude ao norte e ao sul dela são visíveis com binóculo.

M65 E M66 Par de galáxias espirais sob o quarto traseiro de Leão, visível com telescópio pequeno. Como se inclinam para nós em ângulos abruptos, parecem alongadas.

M95 E M96 Par de galáxias espirais fracas, visíveis com telescópio de médio porte.

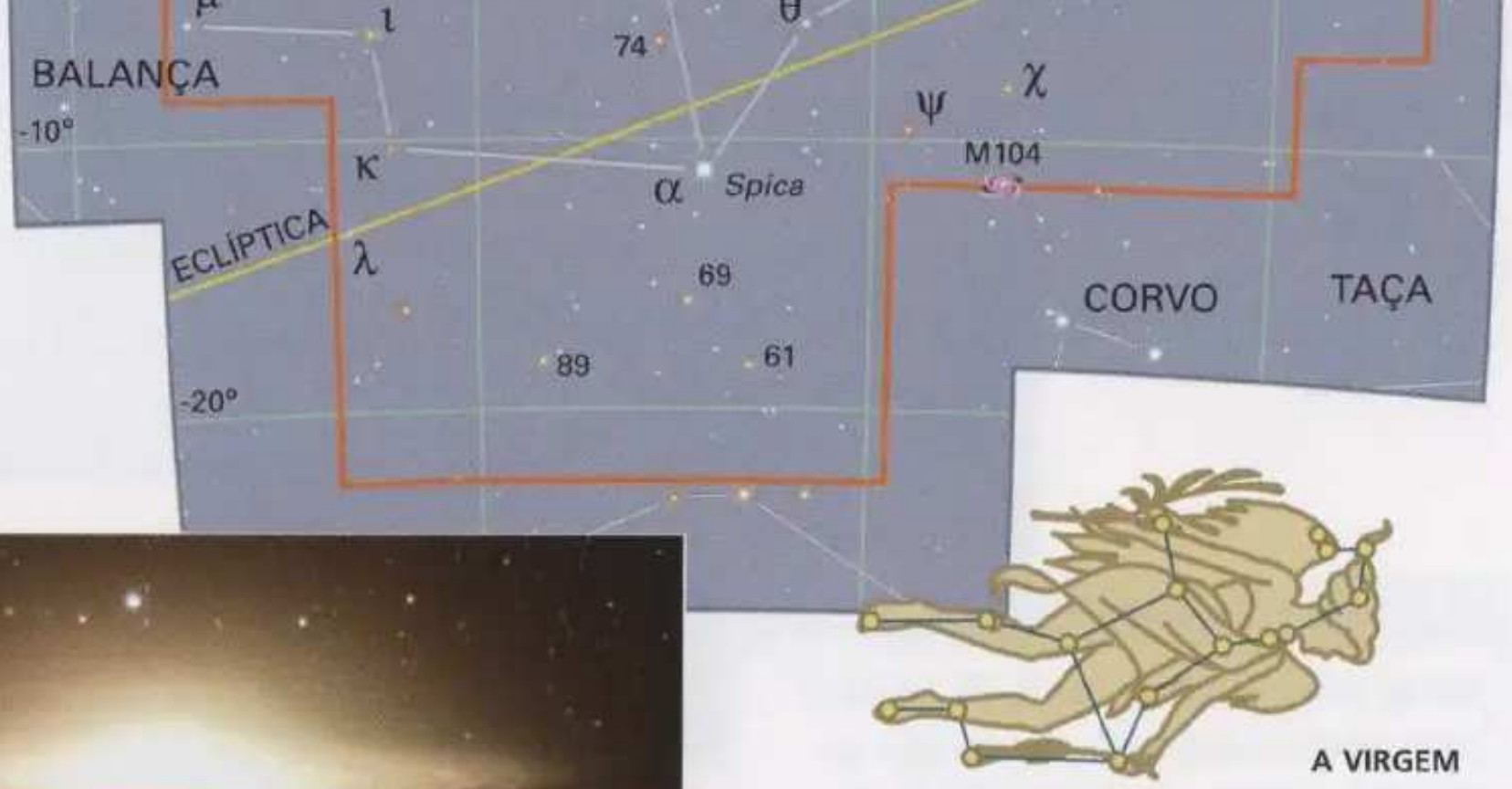
FOICE DE LEÃO
As seis estrelas – Épsilon (ε), Mu (μ), Zeta (ζ), Gama (γ), Eta (η) e Alfa (α) Leonis (Regulus) – que formam a Foice de Leão são claramente visíveis à direita desta fotografia. A mais brilhante, Alfa (α) Leonis, marca a ponta do cabo da foice.

Virgem Virginis (Vir)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 2ª **TT VISIV** 67°N–75°S

HEMISFÉRIO NORTE

A maior constelação do zodíaco e a segunda maior de todas, Virgem tem a forma de um Y inclinado com sua estrela mais brilhante, Spica, na ponta sul. Na sua borda norte está o mais próximo grande aglomerado de galáxias, a cerca de 50 milhões de anos-luz. O Sol fica nos limites de Virgem todo ano, no equinócio de setembro.



GALÁXIA DO SOMBREIRO
A mais conhecida galáxia de Virgem não é parte de seu aglomerado e está a apenas dois terços da distância entre a Terra e o aglomerado. A faixa escura que corta o núcleo central é criada por poeira nos braços espirais.

GALÁXIA M87
Galáxia elíptica gigante próxima do cerne do aglomerado de galáxias de Virgem, M87 tem um núcleo ativo que expele um jato de gás, mal visível aqui na posição de duas horas. M87 é forte fonte de rádio.

A VIRGEM

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) VIRGINIS (SPICA) 👁 O membro mais brilhante da constelação; magnitude 1,0. É uma azul-branca a 260 anos-luz de distância.

GAMA (γ) VIRGINIS 🔭 Estrela binária cujas componentes se orbitam a cada 169 anos. Estão se afastando e em 2010 serão divisíveis com telescópios de abertura de 100mm.

AGLOMERADO DE VIRGEM 🔭 No bojo do Y há muitos membros deste aglomerado de galáxias. As mais brilhantes são elípticas gigantes, notavelmente M49, M60, M86 e M87.

M104 (GALÁXIA DO SOMBREIRO) 🔭 Espetacular galáxia espiral quase de lado para nós.

Balança Librae (Lib)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 29ª **TT VISIV** 60°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação do zodíaco entre Virgem e Escorpião, representa a balança da justiça segurada por Virgem, embora os gregos antigos vissem nela as garras do vizinho escorpião. Por isso, suas duas estrelas mais brilhantes têm nomes que significam garra do norte e do sul.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) LIBRAE (ZUBENELGENUBI, A GARRA DO SUL) 👁 🔭 Estrela dupla separada com componentes de 3ª e 5ª magnitudes, facilmente separada com binóculo ou visão aguçada.

BETA (β) LIBRAE (ZUBENESCHEMALI, A GARRA DO NORTE) Rara estrela a exibir um colorido verde, perceptível com binóculo e telescópio.

IOTA (ι) LIBRAE Dupla binocular com componentes de 5ª e 6ª magnitudes. Com telescópio pequeno vê-se que a estrela mais brilhante tem uma companheira mais próxima de 9ª magnitude.

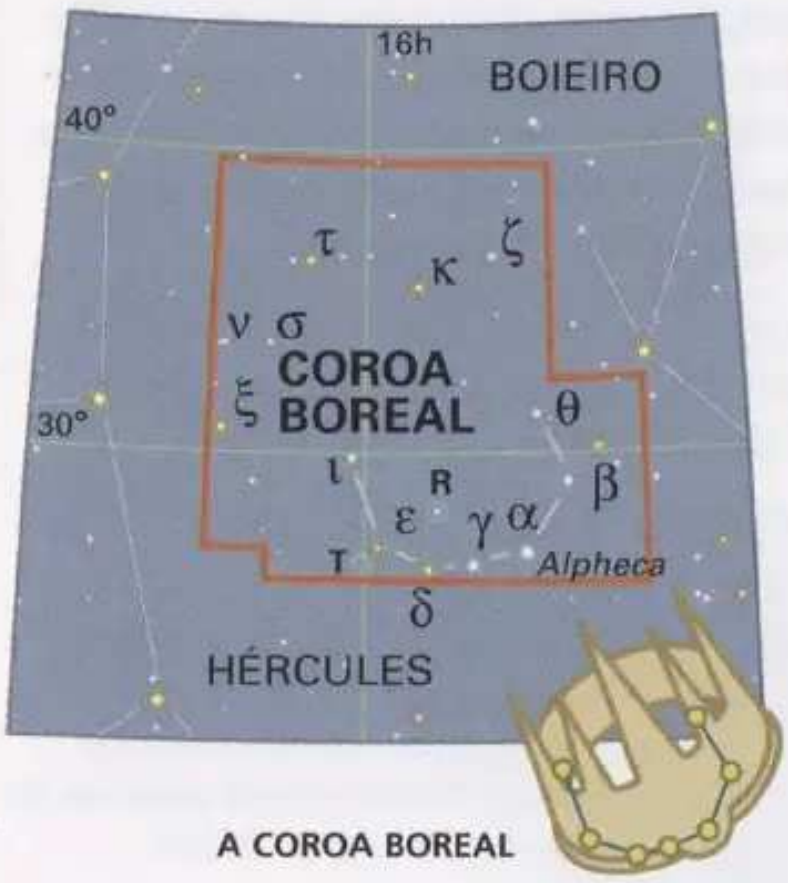
A BALANÇA

Coroa Boreal Coronae Borealis (CrB)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 73ª **TT VISIV** 90°N–50°S

HEMISFÉRIO NORTE

A pequena e nítida constelação entre Boieiro e Hércules forma uma ferradura de sete estrelas. Conhecida pelos gregos antigos, representa a coroa usada pela princesa Ariadne ao se casar com o deus Baco, que a projetou no céu em celebração.



A COROA BOREAL

TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) CORONAE BOREALIS Par de estrelas azul-brancas de 5ª e 6ª magnitudes. Imagem atraente quando vista com telescópio pequeno.

NU (ν) CORONAE BOREALIS Estrela dupla separada composta de um par de gigantes vermelhas de 5ª magnitude, separável com binóculo.

R CORONAE BOREALIS Supergigante amarela extremamente luminosa. Em geral parece de 6ª magnitude, mas seu brilho sofre quedas súbitas em razão de um acúmulo de partículas escuras em sua atmosfera. Os declínios ocorrem a poucos anos de intervalo e podem durar meses.

Serpente Serpentis (Ser)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 23ª **TT VISIV** 74°N–64°S

HEMISFÉRIO NORTE

A singular constelação Serpente divide-se em duas – Cabeça e Cauda. As duas metades contam como uma única constelação. Ela representa uma enorme serpente enroscada em torno de Ofiúco, que agarra a cabeça na mão esquerda e a cauda na direita. Uma das 48 constelações gregas originais, Serpente liga-se na lenda à constelação de Ofiúco. Esta representa Esculápio, um grande curandeiro, capaz de ressuscitar os mortos. No mito grego, as serpentes simbolizavam o renascimento por trocarem de pele.

A SERPENTE

TRAÇOS DE INTERESSE

THETA (θ) SERPENTIS Par de estrelas brancas de 5ª magnitude, facilmente separável com telescópio pequeno.

M5 Um dos mais belos aglomerados globulares no céu do norte. Com binóculo, parece uma mancha vaga com cerca de metade do tamanho aparente da Lua cheia. Uma abertura de 100mm revela cadeias curvas de estrelas em seus arredores.

M16 Aglomerado estelar facilmente visível com binóculo e telescópio pequeno como mancha imprecisa cobrindo uma área do céu similar à da Lua cheia. Fica dentro da nebulosa da Águia, famosa graças a uma fotografia feita pelo telescópio espacial Hubble que mostra colunas escuras de poeira em meio a seu gás fulgurante.

IC 4756 Aglomerado aberto bom para binóculo, duas vezes maior que M16, próximo da ponta da Cauda da Serpente.

AGLOMERADO GLOBULAR M16
A nebulosa da Águia em torno do aglomerado estelar M16 só é bem vista com aberturas mais largas ou em fotografias e imagens de CCD.

Ofiúco Ophiuchi (Oph)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 11ª **TT VISIV** 59°N–75°S

HEMISFÉRIO SUL

Ofiúco, grande constelação distribuída sobre o equador celeste, representa um homem segurando uma serpente. A cabeça de Ofiúco limita com Hércules no norte e seus pés repousam em Escorpião no sul. Embora o Sol passe por Ofiúco na primeira metade de dezembro, a constelação não é considerada membro do zodíaco. Na mitologia, Ofiúco é identificado com Esculápio, o deus grego da medicina que ressuscita os mortos. Hades, deus do Inferno, temendo que esse poder pusesse em risco seu comércio com almas mortas, pediu a Zeus que fulminasse Esculápio com um raio. Zeus pôs Esculápio entre as estrelas, onde é visto segurando uma serpente, símbolo

da cura.

TRAÇOS DE INTERESSE

RHO (ρ) OPHIUCHI Notável estrela múltipla. Com binóculo é vista como estrela de 5ª magnitude com uma companheira de 7ª magnitude de cada lado. Com telescópio pequeno de grande ampliação vê-se outra companheira de 6ª magnitude mais perto da estrela central.

36 OPHIUCHI Nítido par de anãs de 5ª magnitude separável com telescópio pequeno.

70 OPHIUCHI Bela estrela dupla, fácil para telescópio pequeno. Consiste em anãs amarela e laranja de 4ª e 6ª magnitudes.

M10 E M12 Dois aglomerados globulares detectáveis com binóculo numa noite de céu aberto. São os melhores aglomerados globulares catalogados por Messier (ver p.71) em Ofiúco.

NGC 6633 Aglomerado aberto de tamanho aparente similar ao da Lua cheia; visível com binóculo.

IC 4665 Aglomerado aberto grande e disperso visível com binóculo.

NEBULOSA RHO OPHIUCHI
Fotografias e imagens de CCD mostram nebulosidade complexa em torno de Rho (ρ) Ophiuchi (alto da foto) estendendo-se para o sul até Antares, a estrela brilhante embaixo, à esquerda. Nada disso é visível com telescópio amador.

Escudo Scuti (Sct)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 84ª **FULLY VISIBLE** 74°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Escudo está logo ao sul do equador celeste numa área rica da Via Láctea, com Águia ao norte e Sagitário ao sul. Foi introduzida no fim do séc. XVII pelo astrônomo polonês Johannes Hevelius sob o nome *Scutum Sobiescianum*, isto é, Escudo de Sobieski, homenagem ao rei da Polônia, Jan Sobieski. A nuvem de estrelas no norte de Escudo é uma

das áreas mais ricas da Via Láctea.

O ESCUDO

TRAÇOS DE INTERESSE

DELTA (δ) SCUTI Gigante pulsante, o protótipo de uma classe de estrelas que variam em brilho muito ligeiramente em períodos de poucas horas.

R SCUTI Supergigante laranja que varia entre magnitudes 4,2 e 8,6 a cada 20 semanas.

M11 (AGLOMERADO DO PATO SELVAGEM) Belo aglomerado aberto, visível com binóculo com um fulgor borrado com metade do tamanho aparente da Lua cheia. Tem esse nome popular porque, visto com telescópio pequeno, suas estrelas traçam a forma de um leque, como a formação de patos selvagens em voo.

M26 Outro aglomerado aberto, mais fraco que M11 e mais bem visto com telescópio pequeno.

Flecha Sagittae (Sge)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 86ª **TT VISIV** 90°N–69°S

HEMISFÉRIO NORTE

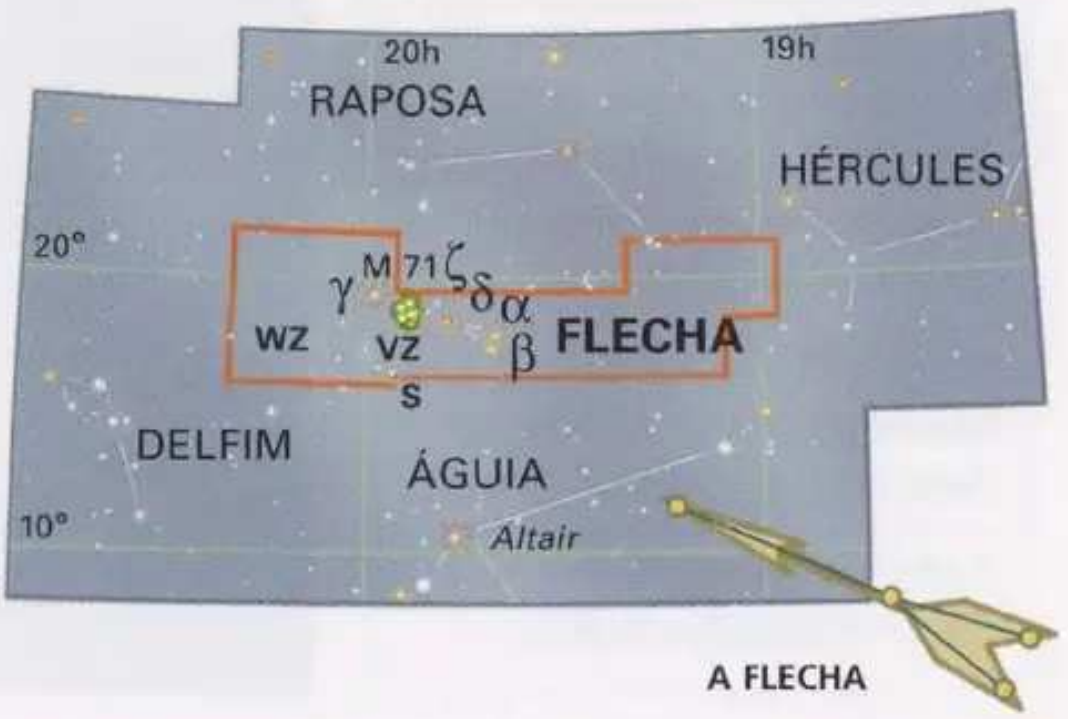
É a terceira menor constelação no céu, é fraca e passa facilmente despercebida. Está na Via Láctea ao sul da Raposa e ao norte da Águia. Era conhecida pelos gregos antigos, que viam nela uma flecha lançada por Apolo, Hércules ou Eros, cuja ponta é marcada por sua estrela mais brilhante, Gama (γ) Sagittae, magnitude 3,5. Alfa (α) Sagittae tem apenas magnitude 4,4. Nenhuma de suas estrelas tem nome.

TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) SAGITTAE Estrela de 5ª magnitude com companheira de 9ª magnitude visível com telescópio pequeno.

S SAGITTAE Variável cefeida cujo brilho alterna da magnitude 5,2 para 6,0 a cada 8,4 dias.

M71 Modesto aglomerado globular detectável com binóculo, porém mais bem visto com telescópio. Sem a condensação central típica dos globulares, parece mais um denso aglomerado aberto.



A FLECHA

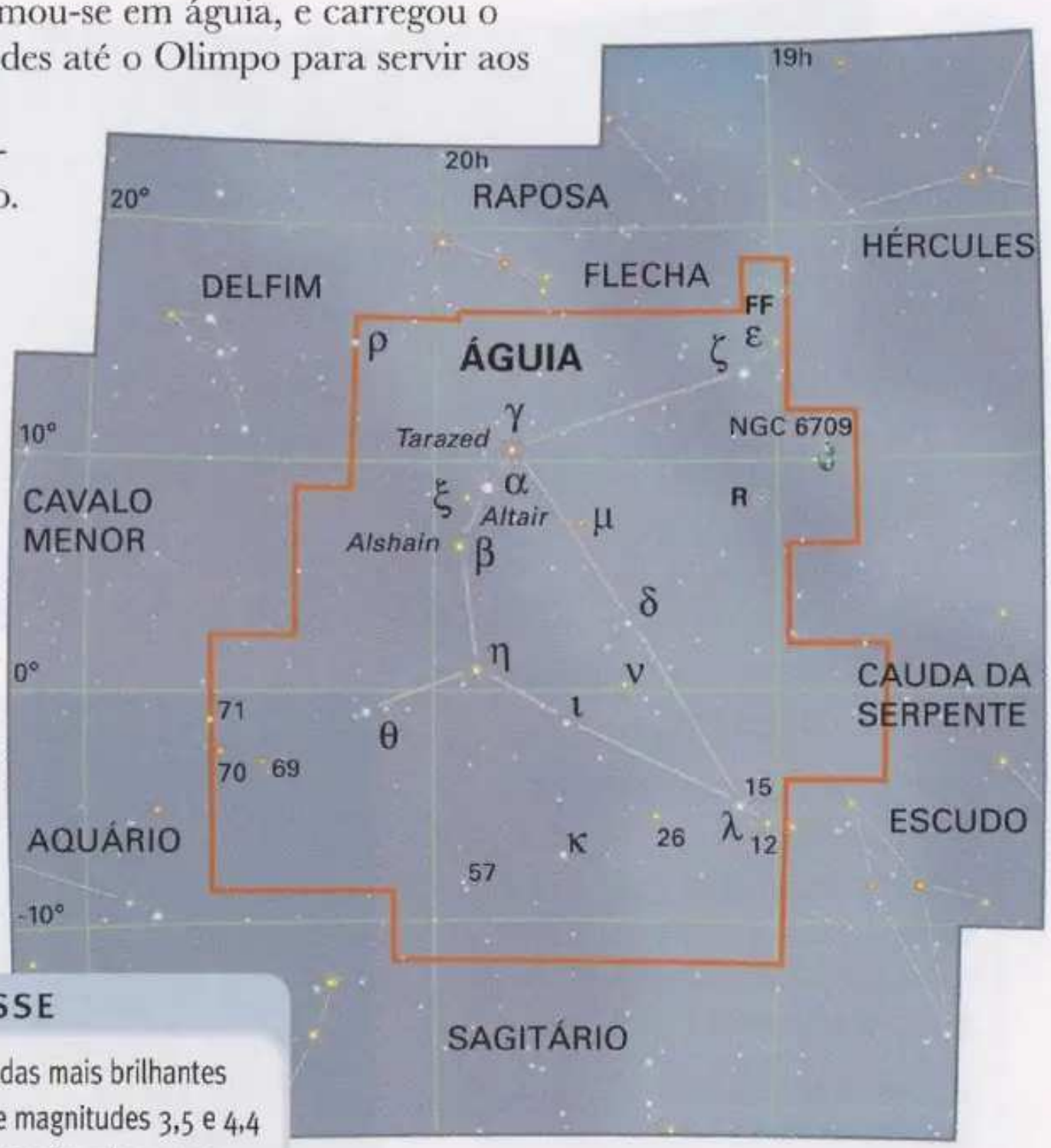
Águia Aquilae (Aql)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 22ª **TT VISIV** 78°N–71°S

Situa-se sobre o equador celeste numa área rica da Via Láctea,

com Cisne ao norte e Escudo e Sagitário ao sul. Representa uma águia voando. Sua estrela mais brilhante, Altair, magnitude 0,8, fica no pescoço da águia e forma um vértice do Triângulo do norte, completado por Vega e Deneb. Altair é flanqueada por Beta (β) Aquilae, ou Alshain, de 4ª magnitude, e Gamma (γ) Aquilae, Tarazed, de 3ª magnitude, formando um nítido trio. Na mitologia grega, a águia carregava os raios que Zeus lançava sobre seus inimigos. Segundo a lenda, Zeus enviou uma águia, ou transformou-se em águia, e carregou o menino pastor Ganimedes até o Olimpo para servir aos deuses. Ganimedes é representado pela constelação vizinha Aquário.

A ÁGUIA



TRAÇOS DE INTERESSE

ETA (η) AQUILAE 👁 🔭 Uma das mais brilhantes variáveis cefeidas. Oscila entre magnitudes 3,5 e 4,4 a cada 7,2 dias. Sua distância é estimada em 1.200 anos-luz.

15 E 57 AQUILAE 🔭 Duas estrelas duplas fáceis para telescópio pequeno; 15 Aquilae tem componentes de 5ª e 7ª magnitudes. Em 57 Aquilae, ambas as componentes são de 6ª magnitude.

FF AQUILAE 👁 🔭 Variável cefeida que varia entre magnitude 5,2 e 5,7 a cada 4,5 dias. Pode ser facilmente seguida com binóculo.

R AQUILAE 🔭 🔭 Gigante vermelha variável do mesmo tipo que Mira. A cada nove meses atinge seu brilho máximo e é visível com binóculo.

NGC 6709 🔭 🔭 Modesto aglomerado aberto; de forma irregular, contém estrelas de magnitude 9 e mais fracas.

ALTAIR, TARAZED E ALSHAIN
Altair, a estrela mais brilhante em Águia, é flanqueada por Tarazed (Gama Aquilae) ao norte e Alshain (Beta Aquilae) ao sul. Tarazed, de 3ª magnitude, é uma gigante laranja de notável colorido.

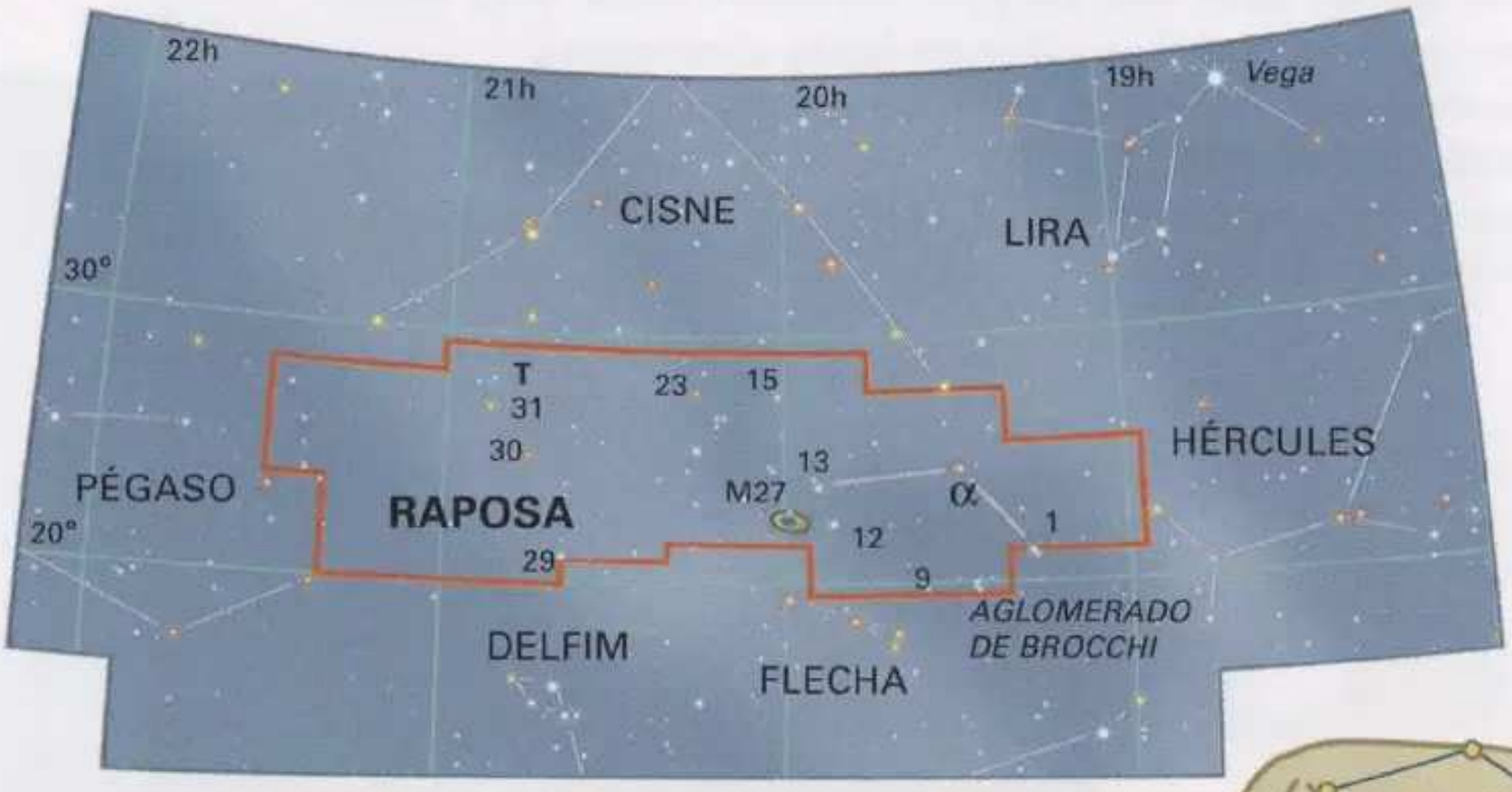
Raposa

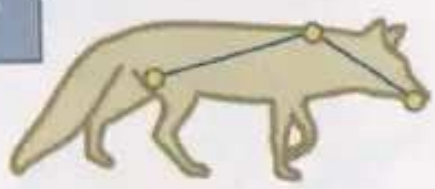
Raposa Vulpeculae (Vul)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 55ª **TT VISIV** 90°N–61°S

HEMISFÉRIO NORTE

Raposa é uma pequena e fraca constelação situada na Via Láctea à cabeça de Cisne. Foi introduzida no final do séc.XVII pelo astrônomo polonês Johannes Hevelius sob o nome *Vulpecula cum Anser*, Raposa com Ganso, depois simplificado para Raposa. Apesar de obscura, contém dois objetos imperdíveis, nítidos com binóculo: a nebulosa dos Halteres e o aglomerado de Brocchi (também chamado o Cabide).





A RAPOSA

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) VULPECULAE A mais brilhante estrela da constelação, uma gigante vermelha de 4ª magnitude. Com binóculo, vê-se uma estrela laranja de 6ª magnitude perto dela, mas as duas estão a distâncias diferentes, não sendo relacionadas.

M27 (NEBULOSA DOS HALTERES) Esta é considerada a nebulosa planetária mais facilmente vista. Com binóculo, parece uma mancha redonda com cerca de um terço do tamanho aparente da Lua cheia. Instrumentos maiores e fotografias de longa exposição mostram a forma bilobada que lhe dá seu nome popular.

AGLOMERADO DE BROCCHI (CABIDE) Um dos tesouros binoculares do céu, grupo de dez estrelas de 5ª a 7ª magnitude, apelidado o Cabide por causa de sua forma. Uma linha de seis estrelas forma a barra do cabide e as outras traçam o gancho. Não sendo relacionadas, as estrelas não são um verdadeiro aglomerado. O cabide é o produto encantador de um alinhamento casual.

O AGLOMERADO DE BROCCHI
As dez estrelas que traçam a nítida forma de um cabide de cabeça para baixo aparecem no centro desta fotografia. O aglomerado está na parte sul de Raposa.

A NEBULOSA DOS HALTERES
A nebulosa é visível com binóculo como uma mancha enevoada. As cores nos gases só aparecem em fotografias e imagens de CCD como esta.

Delfim Delphini (Del)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 69ª **TT VISIV** 90°N–69°S

HEMISFÉRIO NORTE

Delfim, constelação pequena mas nítida, com a forma de uma bandeira no mastro, está esprimida entre Águia e Pégaso, logo ao norte do equador celeste. É uma das constelações gregas originais, e tem vaga semelhança com um golfinho saltando das ondas. Segundo o mito, representa o golfinho que salvou o poeta e músico Arionte de se afogar quando atacado por ladrões num navio, ou o que foi enviado por Posêidon para lhe levar a ninfa do mar Anfitrite, com quem queria se casar. Quatro estrelas de 4ª magnitude, delineiam um nítido diamante na cabeça do golfinho.

O DELFIM

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) DELPHINI Atraente dupla laranja e amarela com componentes de 4ª e 5ª magnitudes, separável com telescópio pequeno. Ambas estão a cerca de 100 anos-luz da Terra. No mesmo campo de visão, pode ser vista uma estrela dupla mais fraca e mais próxima, Struve 2725. Seus componentes de 8ª magnitude também são separáveis com telescópio pequeno.

Cavalo Menor Equulei (Equ)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 87ª **TT VISIV** 90°N–77°S

HEMISFÉRIO NORTE

É a segunda menor constelação. Representa a cabeça de um pequeno cavalo ou potro, próximo do cavalo celeste maior, Pégaso. Não há lendas associadas a Cavalo Menor, provavelmente acrescentado ao céu no séc.II d.C. por Ptolomeu, o astrônomo grego autor do *Almagesto* – compêndio de astronomia que incluía catálogo das constelações gregas originais.

O CAVALO MENOR

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) EQUULEI Estrela dupla separada com componentes de 5ª e 6ª magnitudes, facilmente separável com binóculo. As duas estrelas não são relacionadas.

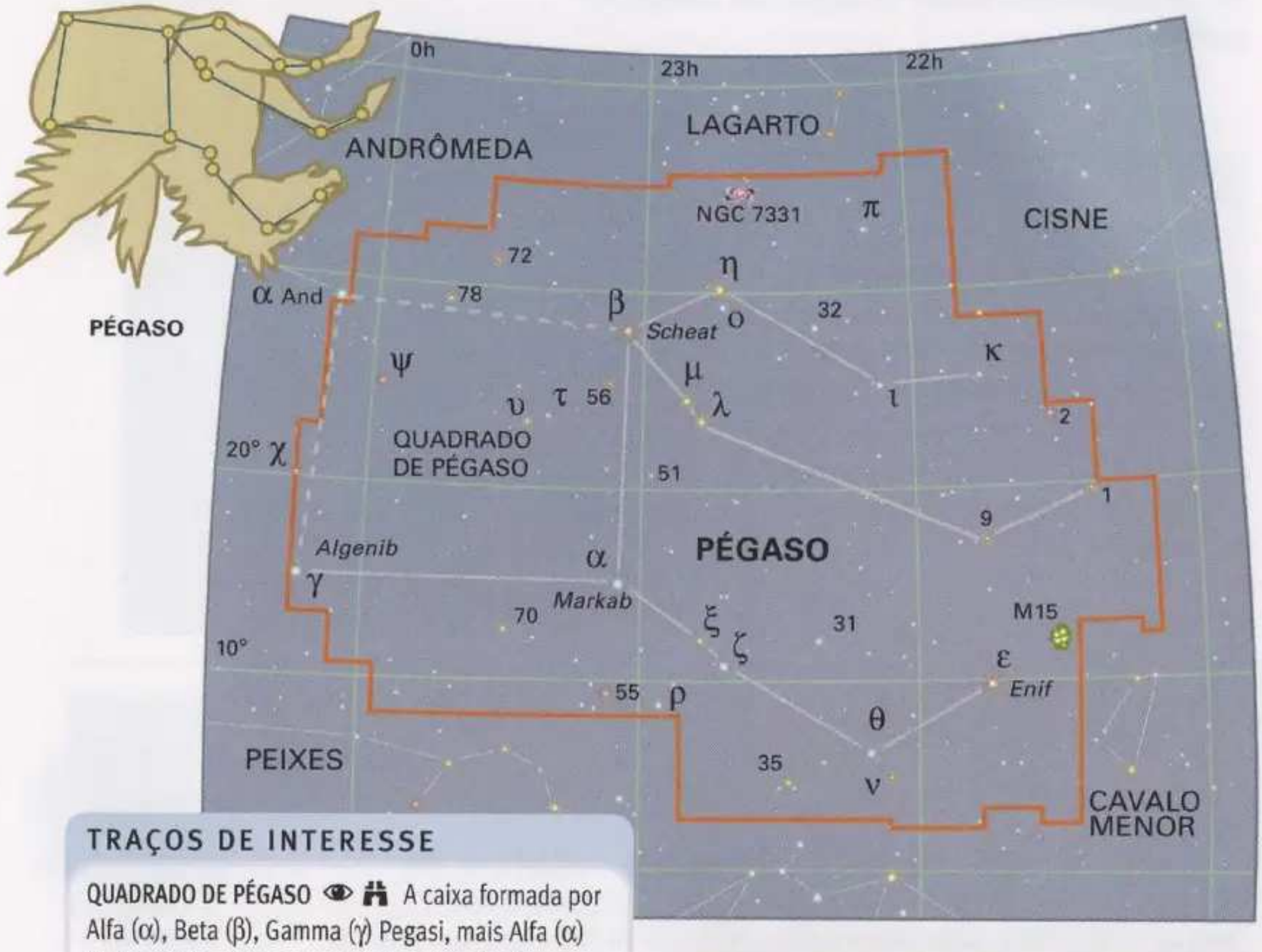
1 EQUULEI Estrela de 5ª magnitude com companheira de 7ª magnitude visível com telescópio pequeno. Em algumas cartas é chamada Épsilon (ε) Equulei. A estrela mais brilhante é uma binária verdadeira, tendo uma segunda companheira fraca com período orbital de 100 anos. Não podem ser separadas com uma abertura pequena.

Pégaso Pegasi (Peg)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 7ª TT VISIV 90°N–53°S

HEMISFÉRIO NORTE

Pégaso limita-se com Andrômeda, ao norte das constelações do zodíaco Aquário e Peixes. Seu traço mais notável é o Quadrado, formado por quatro estrelas, embora uma delas pertença a Andrômeda. Só o quarto dianteiro do cavalo aparece no céu, embora seja a sétima maior constelação. Uma das 48 constelações gregas originais, Pégaso era o cavalo voador do herói Belerofonte. Pégaso nasceu do corpo de Medusa, a Górgone, quando ela foi decapitada por Perseu. Por vezes, Pégaso é erroneamente identificado como o corcel de Perseu.



TRAÇOS DE INTERESSE

QUADRADO DE PÉGASO A caixa formada por Alfa (α), Beta (β), Gamma (γ) Pegasi, mais Alfa (α) Andromedae. A vasta área dentro da caixa é surpreendentemente vazia de estrelas. A mais brilhante é Upsilon (υ) Pegasi, magnitude 4,4.

BETA (β) PEGASI (SCHEAT) Gigante vermelha que varia irregularmente entre as magnitudes 2,3 e 2,7.

ÉPSILON (ε) PEGASI Conjuntamente a estrela mais brilhante da constelação. Esta estrela amarela de magnitude 2,4 tem companheira separada de 8ª magnitude.

51 PEGASI Estrela de 5ª magnitude, ao lado do Quadrado de Pégaso, foi a primeira estrela além do Sol em cuja órbita há um planeta. Descoberto em 1995, ele tem cerca da metade da massa de Júpiter.

M15 Um dos mais belos aglomerados glo-

AGLOMERADO GLOBULAR M15

M15 ★ Um dos mais belos aglomerados globulares no céu setentrional, facilmente encontrado com binóculo.

Sob boas condições, M15 está no limite da visibilidade a olho nu. Embora o aglomerado esteja a cerca de 30 mil anos-luz da Terra, é fácil localizá-lo com binóculo ou telescópio pequeno, aparecendo como uma estrela imprecisa.

Aquário Aquarii (Aqr)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 10ª TT VISIV 65°N–86°S

HEMISFÉRIO NORTE

Grande constelação do zodíaco, entre Capricórnio e Peixes. É vista como um jovem (ou, por vezes, um homem mais velho) derramando água de uma jarra. As estrelas Gama (γ), Zeta (ζ), Eta (η), e Pi (π) Aquarii compõem a jarra, da qual a água, representada por mais estrelas, jorra rumo a Peixe Austral, ao sul. Na mitologia grega, Aquário representava um belo pastor, Ganimedes, de quem Zeus se agradou. Zeus enviou sua águia (ou, em algumas versões, transformou-se numa) para levar o rapaz para o monte Olimpo, onde ele se tornou um copeiro dos deuses. A águia é representada pela vizinha Águia. Todo ano, no início de março, a chuva de meteoros Eta Aquarídeos irradia da área do vaso.

TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) AQUARII Estrelas binárias de 4ª magnitude muito próximas, no limite da resolução em telescópio de 60mm de abertura.

M2 Aglomerado globular que aparece como estrela imprecisa vista com binóculo e telescópio pequeno.

NGC 7009 (NEBULOSA DE SATURNO) Nebulosa planetária de tamanho aparente similar ao do disco de Saturno visto com telescópio pequeno. Telescópios maiores revelam pálidas extensões dos dois lados que lembram os anéis de Saturno.

NGC 7293 (NEBULOSA DA HÉLICE) A 300 anos-luz de distância, é considerada a nebulosa planetária mais próxima de nós.

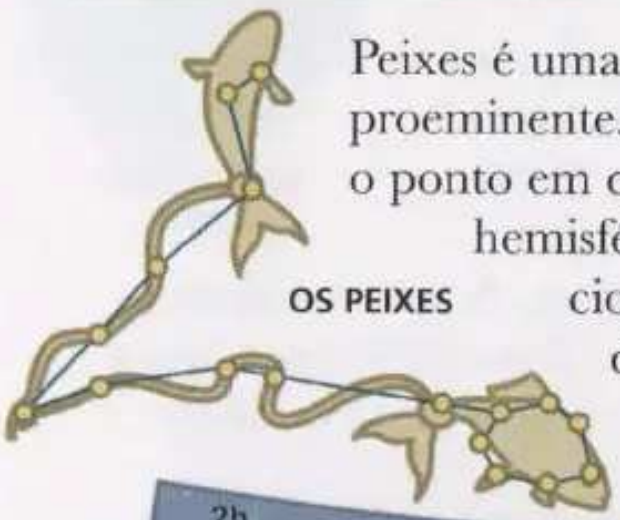
A NEBULOSA DA HÉLICE
Com quase metade da largura da Lua cheia, esta é uma das nebulosas planetárias com maior tamanho aparente. Como sua luz se espalha por uma grande área, só é vista em noites limpas e escuras. Aparece como uma débil mancha cinza, sem nenhuma das cores vistas na fotografia.

AQUÁRIO

Peixes Piscium (Psc)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 14ª **TT VISIV** 83°N–56°S

HEMISFÉRIO NORTE



OS PEIXES

Peixes é uma constelação do zodíaco, embora não muito proeminente. Sua característica mais notável é conter o ponto em que o Sol cruza o equador celeste rumo ao hemisfério norte a cada ano. Esse ponto, equinócio de março ou equinócio vernal, é onde a linha de 0 hora da ascensão reta cruza a declinação 0° (o equador celeste). Em razão da lenta oscilação da Terra – a precessão – este ponto se move ao longo do equador celeste e entrará na vizinha Aquário por volta do ano 2600. No mito grego, Peixes representa Afrodite e seu filho Eros, que se transformaram em peixes e mergulharam no Eufrates para escapar do monstro Tífon.

TRAÇOS DE INTERESSE

O "CÍRCULO" Anel de sete estrelas que descreve o corpo de um dos peixes.

ALFA (α) PISCIUM (ALRESCHA) Par muito próximo de estrelas de 4ª e 5ª magnitudes, separável com uma abertura de 100mm ou mais. Formam uma binária verdadeira com período de mais de 900 anos.

ZETA (ζ) PISCIUM Dupla separável composta de

estrelas de 5ª e 6ª magnitudes, separável com telescópio pequeno.

PSI-1 (φ¹) PISCIUM Outra dupla de 5ª e 6ª magnitudes, separável com telescópio pequeno.

M74 Bela galáxia espiral de frente para nós. Um telescópio pequeno a mostra como fulgor redondo com centro luminoso. Os braços espirais só aparecem bem com aberturas maiores e fotografias de longa exposição.

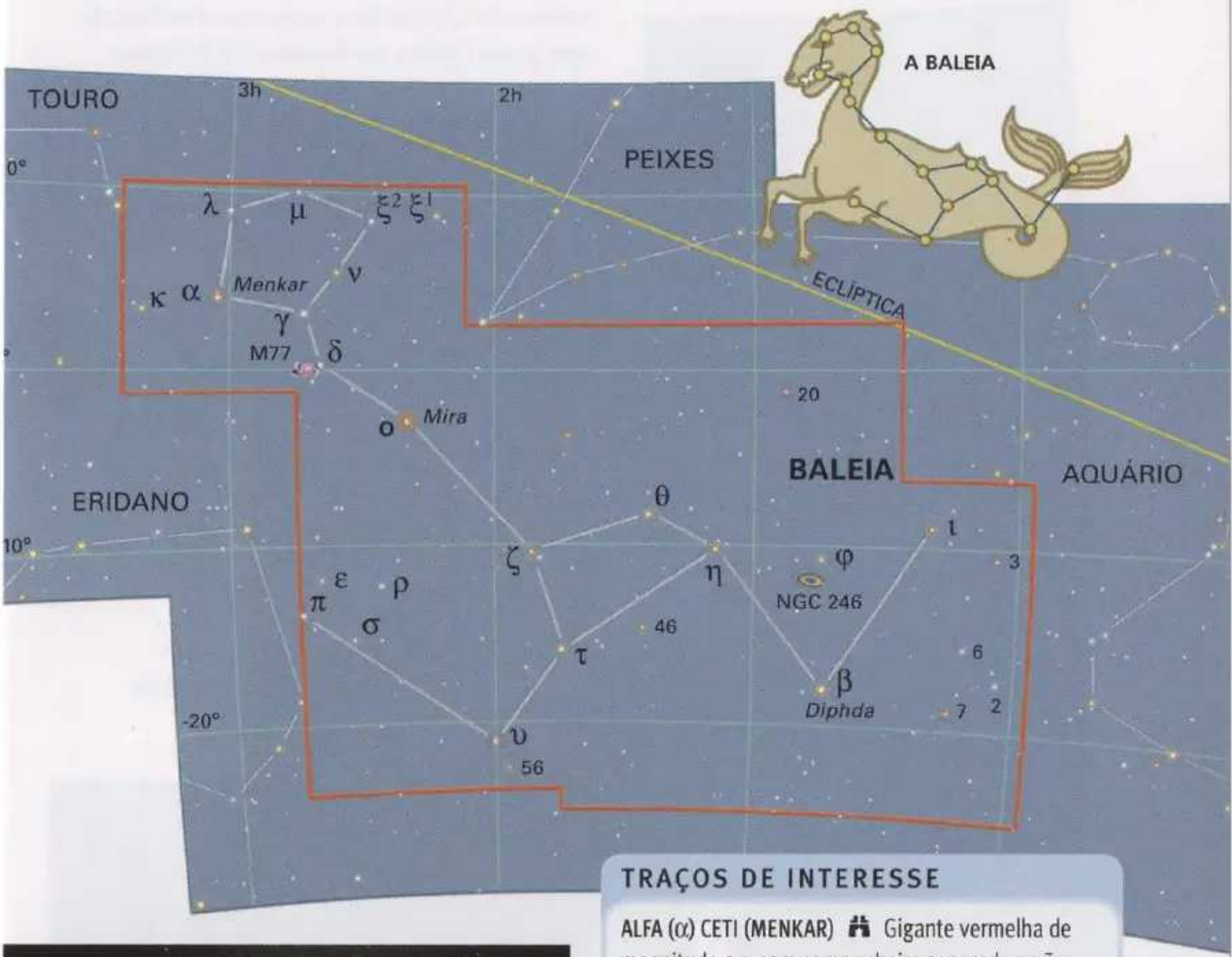
"CÍRCULO"
As sete estrelas no "Círculo" são de 4ª e 5ª magnitudes. TX Piscium (também chamada 19 Piscium), porém, é uma gigante vermelha e varia irregularmente entre as magnitudes 4,8 e 5,2. Nesta fotografia, é a da extrema esquerda do anel de estrelas.

Baleia Ceti (Cet)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 4ª **TT VISIV** 65°N–79°S

HEMISFÉRIO SUL

Baleia é uma constelação grande mas não muito destacada na região equatorial do céu, ao sul das constelações zodiacais de Peixes e Carneiro. Abriga uma estrela variável famosa, Mira, e uma galáxia peculiar, M77. É uma das 48 constelações gregas originais listadas por Ptolomeu no *Almagesto*. Na lenda, Baleia era o monstro marinho que estava prestes a devorar Andrômeda quando foi morto por Perseu.



TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) CETI (MENKAR) Gigante vermelha de magnitude 2,5 com companheira separada e não relacionada de 6ª magnitude visível com binóculo.

GAMA (γ) CETI Desafiante dupla muito próxima. Aberturas de no mínimo 60mm com alta potência revelarão duas estrelas de 4ª e 7ª magnitudes.

OMICRON (ο) CETI (MIRA) O mais brilhan-

GALÁXIA M77
O mais brilhante exemplo de galáxia Seyfert, classe de galáxias relacionadas a quasares com centros muito brilhantes. Com telescópio pequeno veem-se apenas essas regiões centrais, o que a faz parecer uma estrela vaga.

te e mais conhecido exemplo de uma classe comum de gigantes vermelhas pulsantes que variam em tamanho ao longo de meses ou anos. Tem um ciclo de 11 meses e chega à 2ª magnitude quando mais brilhante, ou cai até a 10ª.

TAU (τ) CETI Estrela de magnitude 3,5 a 11,9 anos-luz de distância, pela temperatura e o brilho, é a estrela próxima mais semelhante ao Sol.

M77 Galáxia Seyfert espiral de frente para nós, a pouco menos de 50 milhões de anos-luz de distância.

Órion Orionis (Ori)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 26ª **TT VISIV** 79°N–67°S

HEMISFÉRIO NORTE

Órion, uma das mais gloriosas constelações, representa um caçador ou guerreiro gigante seguido por seus cães (as constelações Cão Maior e Cão Menor). Seu traço mais peculiar são as Três Marias, uma linha de três estrelas de 2ª magnitude. Na mitologia grega, Órion foi mortalmente picado por um escorpião. Como está situado no céu em oposição a Escorpião, põe-se quando este se levanta. Todo ano, no final de outubro, os meteoros Orionídeos parecem irradiar de um ponto perto do limite com Gêmeos.

ÓRION

NEBULOSA DE ÓRION
Em fotografias e imagens de CCD, a nebulosa aparece multicolorida. Visualmente, parece cinza-esverdeada porque o olho não é sensível a cores em objetos fracos. Em noites claras, é visível a olho nu como vaga mancha de luz.

O CAÇADOR ARMADO
A área mais interessante e compensadora de Órion circunda a espada que pende do seu nítido cinturão.

NEBULOSA DA CABEÇA DO CAVALO
Assemelha-se ao cavalo do xadrez contra uma faixa de nebulosidade, IC 434. Fotografias a mostram bem. É possível visualizá-la com telescópio grande num local escuro.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) ORIONIS (BETELGEUSE) 👁 Supergigante vermelha centenas de vezes maior que o Sol. Varia em brilho entre magnitudes 0 e 1,3, com valor médio em torno de magnitude 0,5. A cerca de 430 anos-luz de distância, é mais próxima que as outras estrelas brilhantes de Órion.

BETA (β) ORIONIS (RIGEL) 👁 🔭 Luminosa supergigante azul de magnitude 0,2. Exceto nas raras ocasiões em que Betelgeuse está no seu máximo, Rigel é a estrela mais brilhante da constelação. Com teles-

IOTA (ι) ORIONIS 🔭 Dupla com estrelas de 3ª e 7ª magnitudes, na ponta da espada de Órion, separável com telescópio pequeno. Uma dupla mais separada próxima, de 5ª e 6ª magnitudes, é chamada Struve 747.

SIGMA (σ) ORIONIS 🔭 Magnífica estrela múltipla. Com telescópio pequeno vê-se que a estrela principal, de 4ª magnitude, tem duas companheiras de 7ª magnitude de um lado e uma mais próxima, de 9ª, de outro. No mesmo campo de visão telescópico vê-

cópio pequeno vislumbra-se uma companheira de 7ª magnitude no clarão que cerca Rigel.

DELTA (δ) ORIONIS (MINTAKA) Estrela na extremidade norte do cinturão, tem uma companheira de 7ª magnitude visível com telescópio pequeno ou até binóculo.

ZETA (ζ) ORIONIS (ALNITAK) A estrela no extremo sul do cinturão. Telescópio com abertura mínima de 75mm revela sua companheira próxima de 4ª magnitude.

THETA-1 (θ¹) ORIONIS (TRAPÉZIO) Estrela múltipla no centro da nebulosa de Órion. Com telescópio pequeno, aparece como um grupo de quatro estrelas de 5ª a 8ª magnitudes. De um lado da nebulosa está Theta-2 (θ²) Orionis, dupla binocular com componentes de 5ª e 6ª magnitudes.

se uma estrela tripla mais fraca, Struve 76.

M42 (NEBULOSA DE ÓRION) Enorme nuvem de gás formadora de estrelas a 1.500 anos-luz de distância, cobrindo o diâmetro de duas Luas no céu. Uma extensão ao seu norte tem outro número, M43, mas são ambas partes na mesma nuvem.

NGC 1977 Mancha alongada de nebulosidade em torno das estrelas 42 e 45 Orionis.

NGC 1981 Aglomerado estelar grande e espalhado ao sul das Três Marias. Seus membros mais brilhantes são de 6ª magnitude.

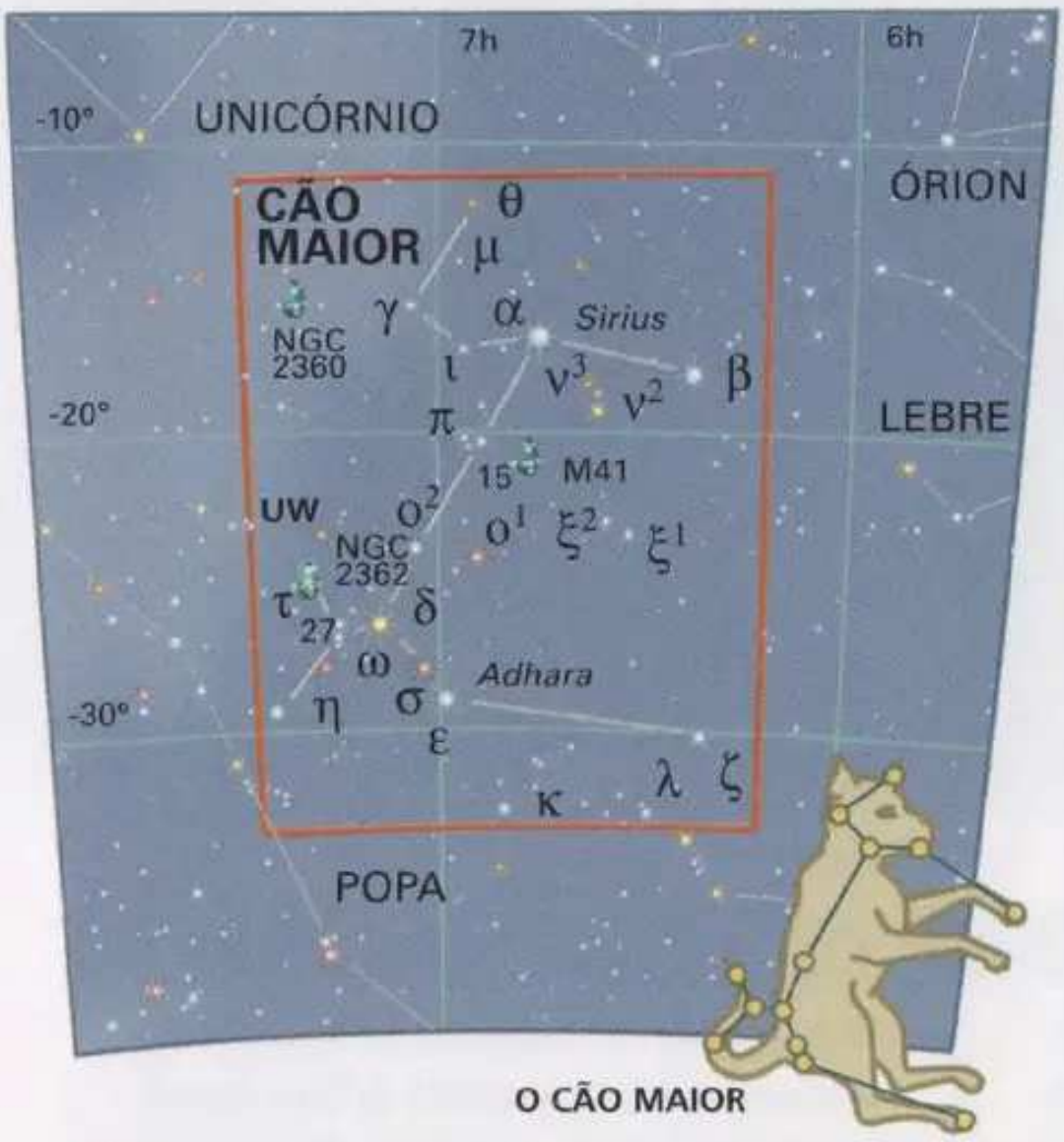
NEBULOSA DA CABEÇA DO CAVALO Talvez a nebulosa escura mais conhecida. Aparece em silhueta contra IC 434, área de nebulosidade mais clara que se estende para o sul a partir de Zeta (ζ) Orionis.

Cão Maior Canis Majoris (CMa)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 43ª TT VISIV 56°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Esta destacada constelação contém a estrela mais brilhante de todo o céu, Sirius, que forma um triângulo cintilante com duas outras estrelas de 1ª magnitude, Procyon (em Cão Menor) e Betelgeuse (em Órion). Para os gregos antigos, Cão Maior representava um dos dois cães que seguiam Órion, o caçador.



O CÃO MAIOR

TRAÇOS DE INTERESSE

ALPHA (α) CANIS MAJORIS (SIRIUS) A estrela mais brilhante no céu, de magnitude -1,4, Sirius é uma das mais próximas de nós, a 8,6 anos-luz. Uma anã branca fraca, Sirius B, que a orbita a cada 50 anos, só pode ser vista com telescópio grande.

M41 Grande aglomerado aberto, visível a olho nu como mancha imprecisa. Com binóculo veem-se suas estrelas espalhadas numa área de cerca do tamanho da Lua cheia. Com telescópio, veem-se cadeias de estrelas irradiando de seu centro.

NGC 2362 Aglomerado estelar compacto em torno da supergigante azul Tau (τ) Canis Majoris, de 4ª magnitude. Mais bem visto com telescópio.

Cão Menor Canis Minoris (CMi)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 71ª TT VISIV 89°N–77°S

O menor dos dois cães de Órion é facilmente visto a partir de sua estrela mais brilhante, Procyon, que forma um grande triângulo com Betelgeuse em Órion e Sirius em Cão Maior. Uma das constelações gregas originais, Cão Menor representa um dos dois cães de Órion. "Procyon" significa em grego "antes do cão", o nome é aplicado a essa estrela porque ela se levanta antes do outro cão celeste, Cão Maior.

HEMISFÉRIO NORTE

O CÃO MENOR

TRAÇOS DE INTERESSE

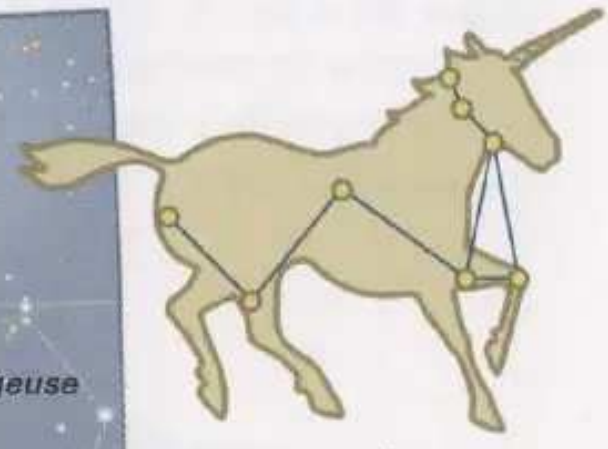
ALPHA (α) CANIS MINORIS (PROCYON)
A oitava estrela mais brilhante no céu, de magnitude 0,4. Está a 11,4 anos-luz de distância, pouco mais que Sirius, em Cão Maior. Tem uma parceira anã branca, Procyon B, que de tão fraca e tão próxima de Procyon, só pode ser vista com telescópio muito grande.

Unicórnio Monocerotis (Mon)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 35ª TT VISIV 78°N–78°S

HEMISFÉRIO SUL

Por vezes, Unicórnio passa despercebida, ofuscada pela vizinhas Órion, Gêmeos e Cão Maior. É fácil encontrá-la, no meio do grande triângulo formado por Betelgeuse, Procyon e Sirius. Embora não contenha estrelas brilhantes, está na Via Láctea e apresenta muitos objetos de interesse do céu profundo. Foi introduzida no início do séc.XVII pelo astrônomo e cartógrafo holandês Petrus Plancius.



O UNICÓRNIO

A NEBULOSA DA ROSETA

Em torno do aglomerado NGC 2244 há uma nuvem de gás semelhante a uma flor, chamada nebulosa da Roseta; fraca, só pode ser vista em fotografias e imagens de CCD.

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) MONOCEROTIS Uma das mais belas estrelas triplas no céu para telescópio pequeno, consiste num arco de três estrelas de 5ª magnitude.

EPSILON (ε) MONOCEROTIS Estrela dupla, também chamada 8 Monocerotis, tem componentes de 4ª e 7ª magnitudes.

M50 Aglomerado aberto com cerca da metade do tamanho aparente da Lua cheia. Pode-se vê-lo com binóculo mas só com telescópio se pode distinguir as estrelas.

NGC 2244 Grupo de estrelas de 6ª magnitude ou menos, visível com binóculo. É circundado pela nebulosa da Roseta.

NGC 2264 Outra combinação de aglomerado aberto e nebulosa. Fotografias e imagens de CCD mostram uma nebulosidade circundante em que se salienta uma cunha escura chamada nebulosa do Cone.

Hidra Hydrae (Hya)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 1ª TT VISIV 54°N–83°S

HEMISFÉRIO SUL

Hidra é a maior constelação, estendendo-se por mais de um quarto do céu, do alto de sua cabeça, ao sul de Caranguejo, à ponta da cauda, entre Balança e Centauro. Apesar disso, pouca coisa nela chama a atenção, exceto um grupo de seis estrelas de brilho modesto que forma sua cabeça, ao sul de Caranguejo. Sua estrela mais brilhante é Alphard, magnitude 2,0, cujo nome, cunhado por astrônomos árabes, significa "a solitária" em referência à sua posição numa área do céu sem estrelas de destaque. Hidra foi o monstro de muitas cabeças morto por Hércules no seu segundo trabalho, mas é representada como uma cobra d'água de uma só cabeça.

A CABEÇA DA HIDRA

A parte de Hidra que mais ressalta é a cabeça, formada por seis estrelas. As mais brilhantes são Épsilon (ε) Hydrae (no alto, no centro) e Zeta (ζ) Hydrae (no alto à esquerda), ambas de 3ª magnitude.

O FANTASMA DE JÚPITER
Como seu nome sugere, esta nebulosa é um objeto menos brilhante que Júpiter. Pequenos telescópios mostram-na como uma elipse azul-esverdeada. Com aberturas maiores, vê-se o anel e a anã branca.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALPHA (α) HYDRAE (ALPHARD) 👁 Gigante de cor laranja, a estrela mais brilhante em Hidra.

GALÁXIA ESPIRAL M83
Na borda de Hidra e Centauro, M83 é visível com telescópio pequeno. Imagens de CCD amadoras, como esta, revelam as nuvens de gás cor-de-rosa que pontilham seus braços espirais onde estrelas estão se formando.

ÉPSILON (ε) HYDRAE Estrela binária próxima com componentes de cores contrastantes. Só separável com abertura mínima de 75mm e grande ampliação. As estrelas amarela e azul são de 3ª e 7ª magnitudes e têm um período orbital de quase 1.000 anos.

R HYDRAE Variável gigante vermelha do mesmo tipo que Mira, seu brilho varia entre a 3ª e a 11ª magnitudes em cerca de 13 meses.

M48 Aglomerado estelar aberto maior que o tamanho aparente da Lua cheia, bem visto com binóculo e telescópio pequeno.

M83 Esplêndida galáxia de frente para nós. Com telescópio pequeno parece um fulgor alongado, mas aberturas maiores revelam sua estrutura espiral e uma notável barra central, talvez similar à que se pensa haver no centro da Via Láctea. Está a cerca de 15 milhões de anos-luz da Terra.

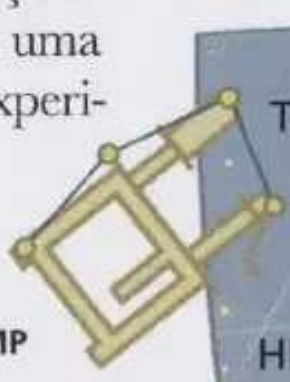
NGC 3242 (O FANTASMA DE JÚPITER)
Nebulosa planetária relativamente destacada. Mostra um disco do mesmo tamanho aparente de Júpiter quando vista com telescópio pequeno; daí seu nome popular.

Máquina Pneumática Antliae (Ant)

LARG. **PROFUND.** **POSIÇ/TAM** 62ª **TT VISIV** 49°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

A mais fraca constelação do céu austral consiste num punhado de estrelas entre Vela e Hidra. Foi uma das constelações introduzidas em meados do séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille celebrando invenções científicas e técnicas, neste caso uma bomba de ar usada para experimentos com gases.



THE AIR PUMP

TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) ANTLIAE Estrela múltipla que se revela um par de estrelas de 6ª magnitude quando vista com binóculo. Com telescópio pequeno vê-se que a mais brilhante do par tem uma companheira de 7ª magnitude.

NGC 2997 Elegante galáxia espiral dificilmente vista com telescópio pequeno, mas bem cap-

tada em fotografias e imagens de CCD.

GALÁXIA ESPIRAL NGC 2997
A galáxia inclina-se para nossa linha de visão. Fotografias e imagens de CCD mostram nuvens rosadas de hidrogênio ao longo dos seus braços espirais.

Sextante Sextantis (Sex)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 47ª TT VISIV 78°N–83°S

HEMISFÉRIO SUL

Fraca e pouco notável, esta constelação situa-se no equador celeste, ao sul de Leão. Foi introduzida no fim do séc.XVII pelo astrônomo polonês Johannes Hevelius. Representa um sextante, instrumento que o próprio Hevelius usava para medir e catalogar as posições das estrelas no céu.

O SEXTANTE

TRAÇOS DE INTERESSE

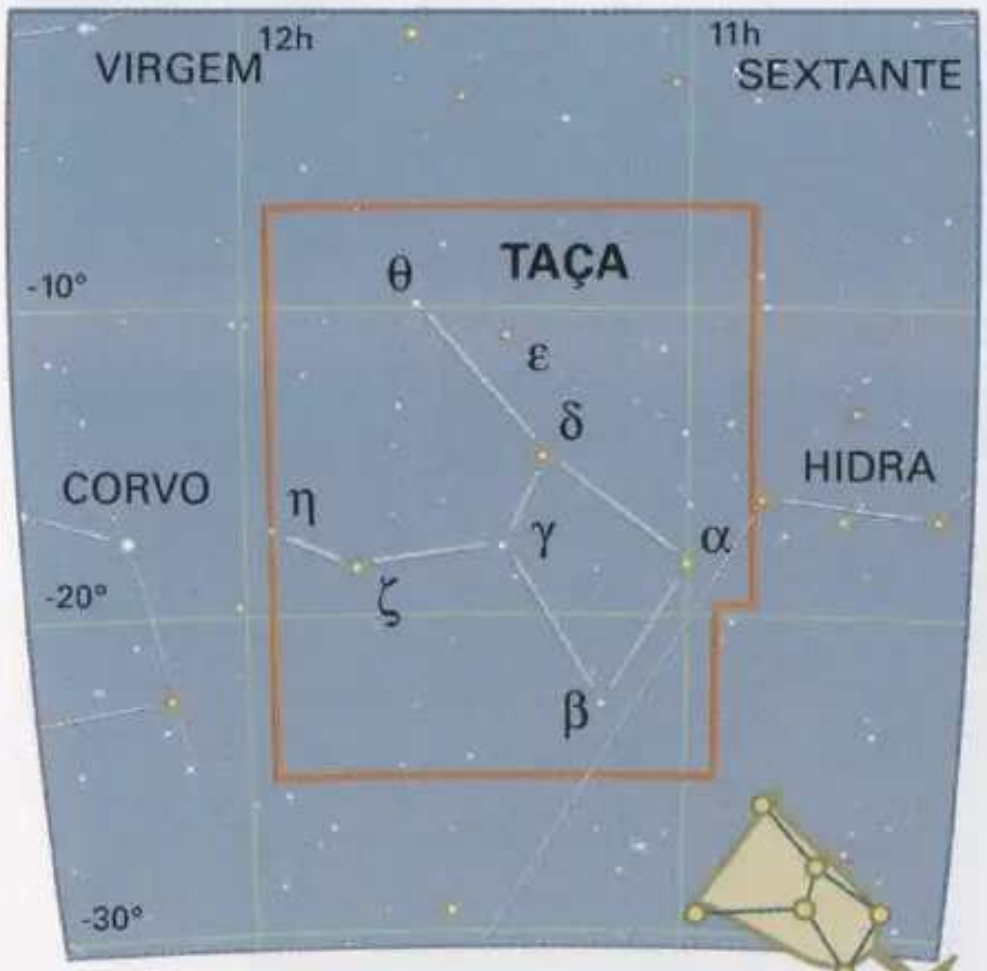
17 E 18 SEXTANTIS Dupla aparente formada por 2 estrelas independentes de 6ª magnitude; bem vistas com binóculo.

NGC 3115
Galáxia lenticular muito alongada, cuja forma origina seu nome popular. Localizada a 30 milhões de anos-luz da Terra, é detectável com telescópio pequeno ou médio.

Taça Crateris (Crt)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 53ª TT VISIV 65°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL



A TAÇA

Esta fraca constelação representa uma taça, situada entre Corvo e Hidra. Taça e o adjacente Corvo figuram juntos num mito grego em que o deus Apolo enviou o corvo para pegar água numa taça. A caminho, o corvo glutão parou para comer figos. Como álibi, agarrou uma cobra d'água (Hidra) e acusou-a de atrasá-lo, mas Apolo percebeu o logro e baniu o trio do céu. Taça é maior que Corvo, mas não contém objetos de interesse para usuários de telescópio pequeno.

A TAÇA

Corvo Corvi (Crv)

LARG. **PROFUND.** **POSIÇ/TAM** 70ª **TT VISIV** 65°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

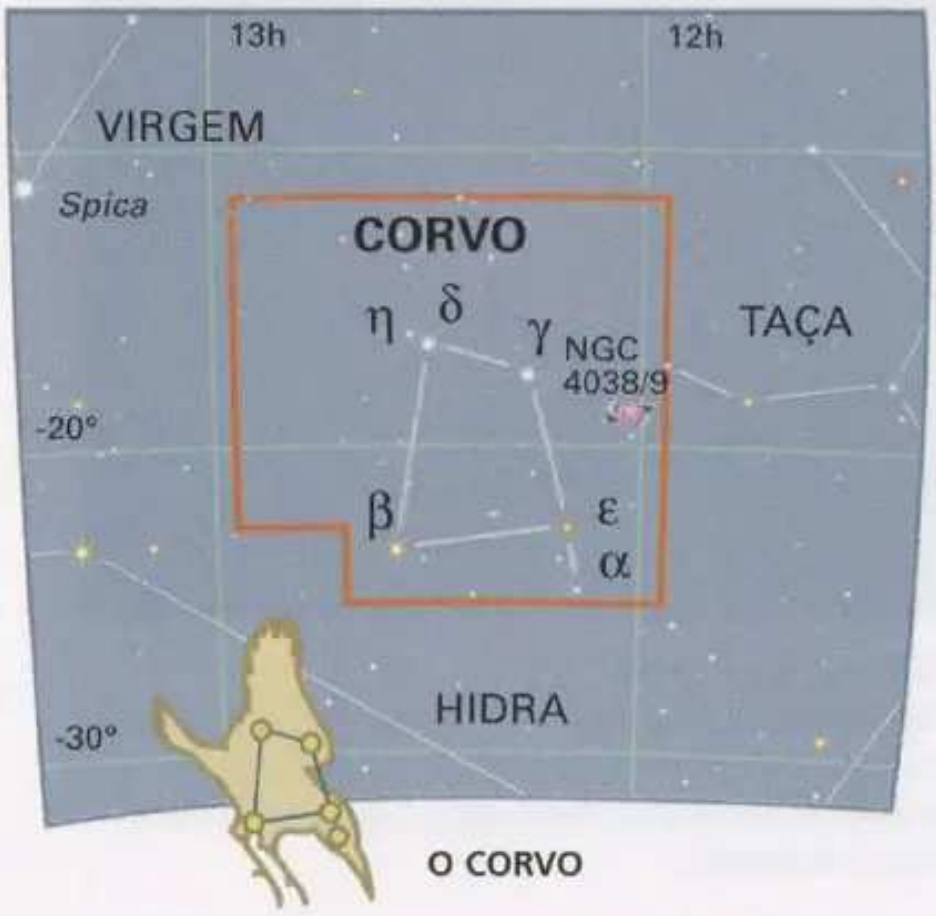
Corvo é uma pequena constelação ao sul de Virgem cujas quatro estrelas mais brilhantes – Beta (β), Gama (γ), Delta (δ), e Épsilon (ε) Corvi – traçam a forma nítida de uma pedra angular. Estranhamente, Alfa (α) Corvi, de magnitude 4,0, é a mais fraca. Corvo, uma das 48 constelações originais, representa um corvo, a ave sagrada de Apolo. Está ligada na lenda à constelação vizinha, Taça.

AS ANTENAS
À medida que as galáxias NGC 4038 e NGC 4039 deslizam uma pela outra, a gravidade puxa longas torrentes de estrelas e gás que parecem se estender como as antenas de um inseto, daí o nome popular.

TRAÇOS DE INTERESSE

DELTA (δ) CORVI Estrela dupla com componentes de 3ª e 5ª magnitudes, separável com telescópio pequeno.

NGC 4038 AND NGC 4039 (AS ANTENAS)
Notável par de galáxias em interação. Um grande "acidente de tráfego" ocorre a 65 milhões de anos-luz: a colisão das galáxias NGC 4038 e NGC 4039. De 10ª magnitude, elas são fracas demais para serem vistas com telescópio pequeno, mas fotografias revelam sua verdadeira estrutura. Estendendo-se a partir delas, dos dois lados, veem-se arcos semelhantes a antenas feitos de colunas de gás e milhões de estrelas arremessadas no espaço intergaláctico em consequência da colisão.



O CORVO

Centauro Centauri (Cen)

LARG. **PROFUND.** **POSIÇ/TAM** 9ª **TT VISIV** 25°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Centauro, uma das constelações dominantes do céu austral, contém uma variedade de objetos notáveis. Entre eles estão a estrela mais próxima do Sol, o aglomerado globular mais brilhante e uma galáxia peculiar. A constelação representa um centauro, criatura mítica com torso de homem e patas de cavalo. Suas duas estrelas mais brilhantes, Alfa (α) e Beta (β) Centauri apontam para o Cruzeiro do Sul.

O CENTAURO

ÔMEGA CENTAURI
Com binóculo, o aglomerado parece maior que a Lua cheia e telescópios pequenos distinguem os membros individuais mais brilhantes. Está a 17 mil anos-luz de distância.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALPHA (α) CENTAURI (RIGEL KENT) 👁 🔭
Célebre estrela múltipla. A olho nu parece de magnitude -0,3, o que faz dela a terceira estrela mais brilhante do céu, mas um telescópio pequeno mostra que é uma dupla de estrelas amarelas que orbitam uma à outra a cada 80 anos. Parecem tão brilhantes porque estão a apenas 4,4 anos-luz. Só há uma estrela mais próxima – o terceiro membro do sistema, Proxima Centauri, uma fraca anã vermelha de 11ª magnitude.

ÔMEGA (ω) CENTAURI (NGC 5139) 👁 🔭 O maior e mais brilhante aglomerado globular. A olho nu, parece uma estrela grande, imprecisa.

NGC 3918 (PLANETÁRIA AZUL) 🔭 Nebulosa planetária bem visível com telescópio pequeno; parece uma versão aumentada do disco de Urano.

NGC 5128 (CENTAURUS A) 🔭 Galáxia peculiar e forte fonte de rádio, provavelmente a colisão de uma elíptica gigante e uma galáxia espiral.

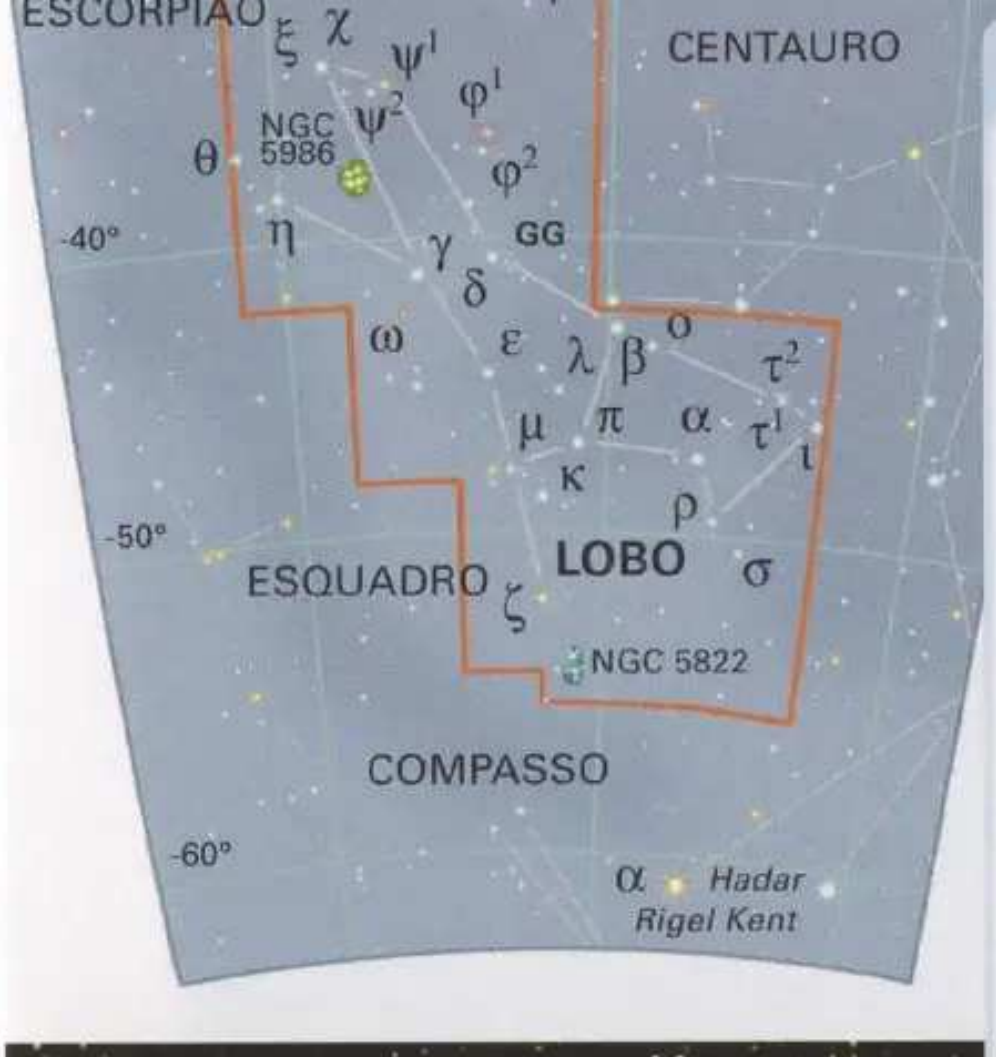
Lobo Lupi (Lup)

LARG. **PROFUND.** **POSIÇ/TAM 46ª** **TT VISIV** 34°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação austral situada na borda da Via Láctea, entre Centauro e Escorpião. Era uma das 48 constelações originais conhecidas pelos gregos antigos, que viam nela um lobo morto por Centauro com uma lança. Contém muitas estrelas duplas de interesse para observadores amadores.

O LOBO



TRAÇOS DE INTERESSE

ÉPSILON (ε) LUPI Estrela de 3ª magnitude com companheira de 9ª, visíveis com telescópio pequeno.

KAPPA (κ) LUPI Estrela dupla com componentes de 4ª e 6ª magnitudes, facilmente visível com telescópio pequeno.

MU (μ) LUPI Estrela múltipla interessante. Com telescópio pequeno vê-se uma estrela de 4ª magnitude com companheira afastada de 7ª. A estrela principal é ela própria uma dupla próxima, só separável com aberturas de no mínimo 100mm.

XI (ξ) LUPI Dupla de 5ª e 6ª magnitudes separável com telescópio pequeno.

PI (π) LUPI Dupla separável em duas componentes azul-brancas de 5ª magnitude idênticas com abertura de 75mm.

NGC 5822 Grande aglomerado aberto próximo do limite sul da constelação, visível com binóculo e telescópio pequeno.

MU LUPI
As duas principais componentes de Mu (μ) Lupi – a estrela primária de magnitude 4,3 (centro) e sua companheira afastada – são claramente visíveis nesta fotografia. A ampliação não permite, porém, distinguir a estrela primária de sua companheira mais próxima.

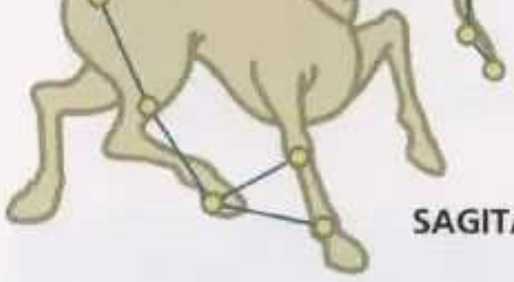
AGLOMERADO ABERTO NGC 5822
Este aglomerado espalhado (à esquerda) pode ser distinguido com binóculo e telescópio pequeno contra o pano de fundo da Via Láctea, mas não se destaca muito porque suas estrelas não têm mais que 9ª magnitude. A fotografia o mostra tal como visto com um telescópio pequeno.

Sagitário Sagittarii (Sgr)

LARG. PROFUND. POSIÇ/TAM 15ª TT VISIV 44°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Grande e nítida constelação do zodíaco entre Escorpião e Capricórnio, Sagitário tem como característica um padrão de estrelas que lembra um bule. A alça do bule é por vezes chamada Concha de Leite, imaginando-se mergulhada na Via Láctea. Considera-se que seu centro exato coincide com uma fonte de rádio chamada Sagittarius A*, perto do ponto em que os limites de Sagitário, Ofiúco e



SAGITÁRIO

Escorpião se encontram. Na mitologia grega, Sagitário representava Croto, filho de Pã, que inventou o arco e a flecha e foi caçar a cavalo.

A NEBULOSA TRÍFIDA

A emissão rosada do gás da nebulosa Trífida contrasta com a nebulosa de reflexão azul a seu norte (à esquerda na imagem), como revelam fotografias e imagens de CCD.

O BULE

As principais estrelas de Sagitário traçam a forma de um bule, com ricos campos de estrelas da Via Láctea emanando como ondas de fumaça do bico. No alto, à direita da fotografia, vê-se a cauda de Escorpião.

A NEBULOSA DA LAGOA
Uma das maiores do céu, é vista como uma nuvem comprida e leitosa. Bom objeto para ser visto com binóculo. Como em toda nebulosa, a cor vermelha relevada pelas fotografias não é percebida visualmente.

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) SAGITTARII Par de estrelas de 4ª magnitude distinguível a olho nu. Com pequeno telescópio vê-se que a mais ao norte (e pouco mais brilhante) das duas tem uma companheira de 7ª magnitude. As três estrelas não são relacionadas.

W SAGITTARII Variável cefeida que flutua entre magnitudes 4,3 e 5,1 a cada 7,6 dias.

X SAGITTARII Variável cefeida que flutua entre magnitudes 4,2 e 4,9 a cada 7 dias.

M8 (A NEBULOSA DA LAGOA) Mancha de gás fulgurante com três vezes o tamanho aparente da Lua cheia, brilhante o bastante para ser visível a olho nu e bem vista com binóculo. Uma metade da nebulosa contém o aglomerado aberto NGC 6530, com estrelas de 7ª magnitude e mais fracas, e a outra abriga 9 Sagittarii, a supergigante azul de 9ª magnitude.

M17 (NEBULOSA ÔMEGA) Nebulosa gasosa supostamente semelhante à letra grega ômega. É também chamada a nebulosa do Cisne, a partir de uma interpretação alternativa de sua forma. Ela e o aglomerado frouxo de estrelas que contém podem ser vistos com binóculo.

M20 (NEBULOSA TRÍFIDA) Espetacular nebulosa de emissão, assim denominada por suas sendas escuras tripartidas de poeira.

M22 É um dos mais belos aglomerados globulares. Visível a olho nu em boas condições e objeto fácil para binóculo, aparecendo como uma bola felpuda com cerca de dois terços do diâmetro aparente da Lua. Aberturas de 75mm distinguem suas estrelas mais brilhantes.

M23 Grande aglomerado aberto visível com binóculo perto do limite com Ofiúco. Só um telescópio distingue suas estrelas individuais.

M24 Não propriamente um aglomerado estelar, mas um campo de estrelas da Via Láctea. Com 4 diâmetros aparentes da Lua de comprimento, é mais bem visto com binóculo.

RUMO AO CENTRO GALÁCTICO
O centro da nossa galáxia está a cerca de 30 mil anos-luz de nós na direção da faixa mais luminosa da Via Láctea, vista aqui no céu de verão sobre o Arizona, nos EUA. Escorpião está à direita da imagem e Sagitário está logo abaixo, à esquerda do centro.

Escorpião Scorpii (Sco)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 33ª TT VISIV 44°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Bela e facilmente reconhecível constelação do zodíaco situada entre Balança e Sagitário. Na mitologia grega, Escorpião representa o animal que matou Órion com sua picada. No céu, o coração do escorpião é marcado pela estrela vermelha Antares e uma nítida curva de estrelas marca sua cauda levantada. A cauda estende-se por uma rica área da Via Láctea rumo ao centro da galáxia.

O ESCORPIÃO

AGLOMERADO ABERTO M7
O mais destacado dos três aglomerados abertos perto do ferrão da cauda do Escorpião. Com binóculo veem-se dúzias de estrelas de 6ª magnitude e menos brilhantes.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALPHA (α) SCORPII (ANTARES) 👁 A mais brilhante estrela da constelação, uma supergigante vermelha centenas de vezes maior que o Sol. Seu brilho flutua entre as magnitudes 0,9 e 1,8.

Seu brilho flutua entre as magnitudes 0,9 e 1,2 a cada 4 a 5 anos.

DELTA (δ) SCORPII 👁 Estrela que passou a brilhar mais, inesperadamente, no ano 2000. Antes de magnitude 2,3, ficou 50% mais brilhante ao ejetar um envoltório de gás; depois enfraqueceu.

XI (ξ) SCORPII 🔭 Estrela múltipla complexa. Com telescópio pequeno, vê-se um par branco e laranja de 4ª e 7ª magnitudes. No mesmo campo de visão, um par menos brilhante e mais afastado pode também ser visto. Gravitacionalmente ligadas, formam uma quádrupla genuína.

M4 🔭 Aglomerado globular grande e frouxamente espalhado perto de Antares, a 7 mil anos-luz de nós.

M6 (AGLOMERADO DA BORBOLETA) 🔭 Aglomerado aberto cerca de duas vezes mais distante de nós que M7 e por isso parecendo um pouco menor.

M7 👁 🔭 Aglomerado aberto visível a olho nu como mancha enevoada contra a Via Láctea.

O AGLOMERADO DA BORBOLETA
Aglomerado aberto próximo da cauda de Escorpião, M6 ganhou seu nome popular por sua forma de borboleta se visto com binóculo e telescópio. Numa asa está sua estrela mais brilhante, a gigante laranja BM Scorpii.

Capricórnio Capricorni (Cap)

LARG ✋ **PROFUND** ✋✋ **POSIÇ/TAM** 40ª **TT VISIV** 62°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Capricórnio, a menor constelação do zodíaco e nada proeminente, situa-se entre Sagitário e Aquário. No mito grego, representa o deus Pã, semelhante a um bode. Consta que ele saltou num rio e tornou-se em parte peixe para escapar do monstro marinho Tífon. Por isso a constelação é descrita como um bode com rabo de peixe.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALPHA (α) CAPRICORNI 👁 🔭 Vasto par de estrelas de 4ª magnitude não relacionadas, separável com binóculo ou com vista aguçada. Alfa-1 (α^1) é uma supergigante amarela a quase 700 anos-luz de distância e Alfa-1 (α^2) é uma gigante amarela a menos de um sexto dessa distância.

BETA (β) CAPRICORNI 🔭 🔭 Vasta estrela dupla, reúne uma gigante amarela de 3ª magnitude e uma companheira azul-branca de 6ª magnitude visível com telescópio pequeno ou um bom binóculo.

M30 🔭 Modesto aglomerado globular visível com telescópio pequeno como mancha enevoada. Aberturas maiores mostram cadeias de estrelas projetando-se dele como dedos.

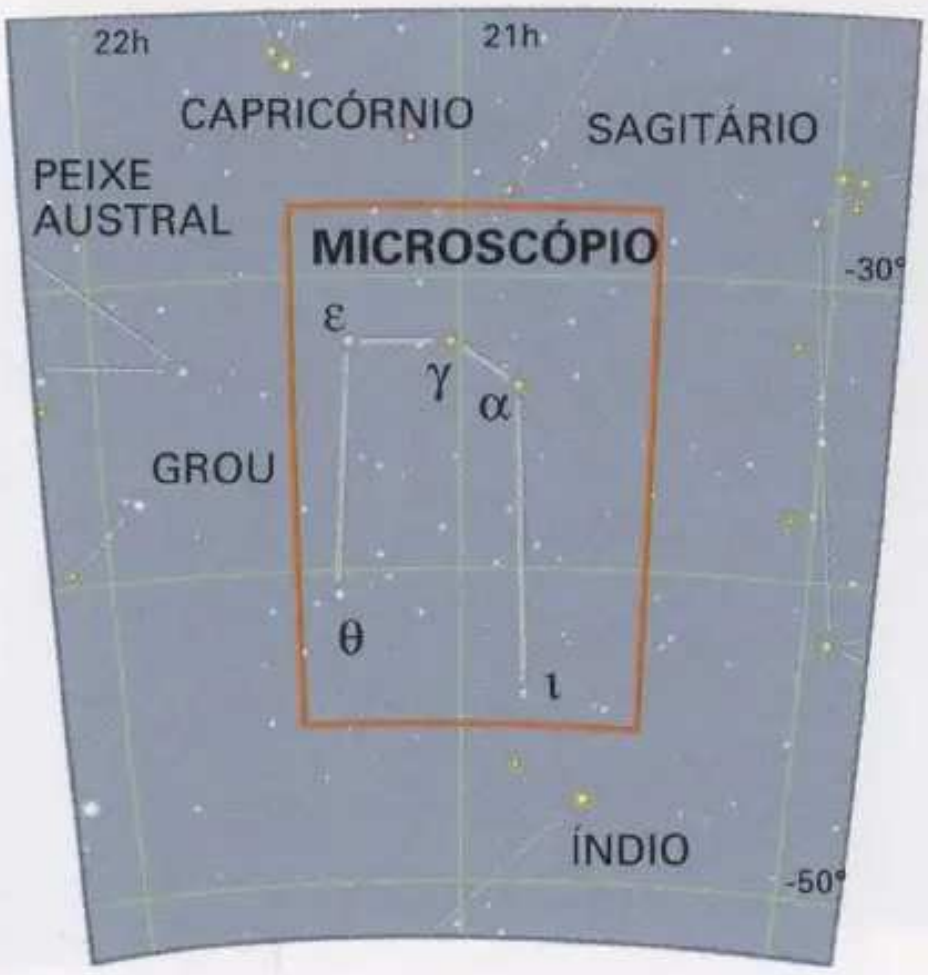
O CAPRICÓRNIO

Microscópio Microscopii (Mic)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 66ª TT VISIV 45°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação fraca e obscura situada entre Sagitário e Peixe Austral. Com a forma de um microscópio composto primitivo, foi uma das constelações inventadas no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille. Suas estrelas mais brilhantes, Gama (γ) e Épsilon (ε) Microscopii têm magnitude 4,7.



O MICROSCÓPIO

TRAÇOS DE INTERESSE

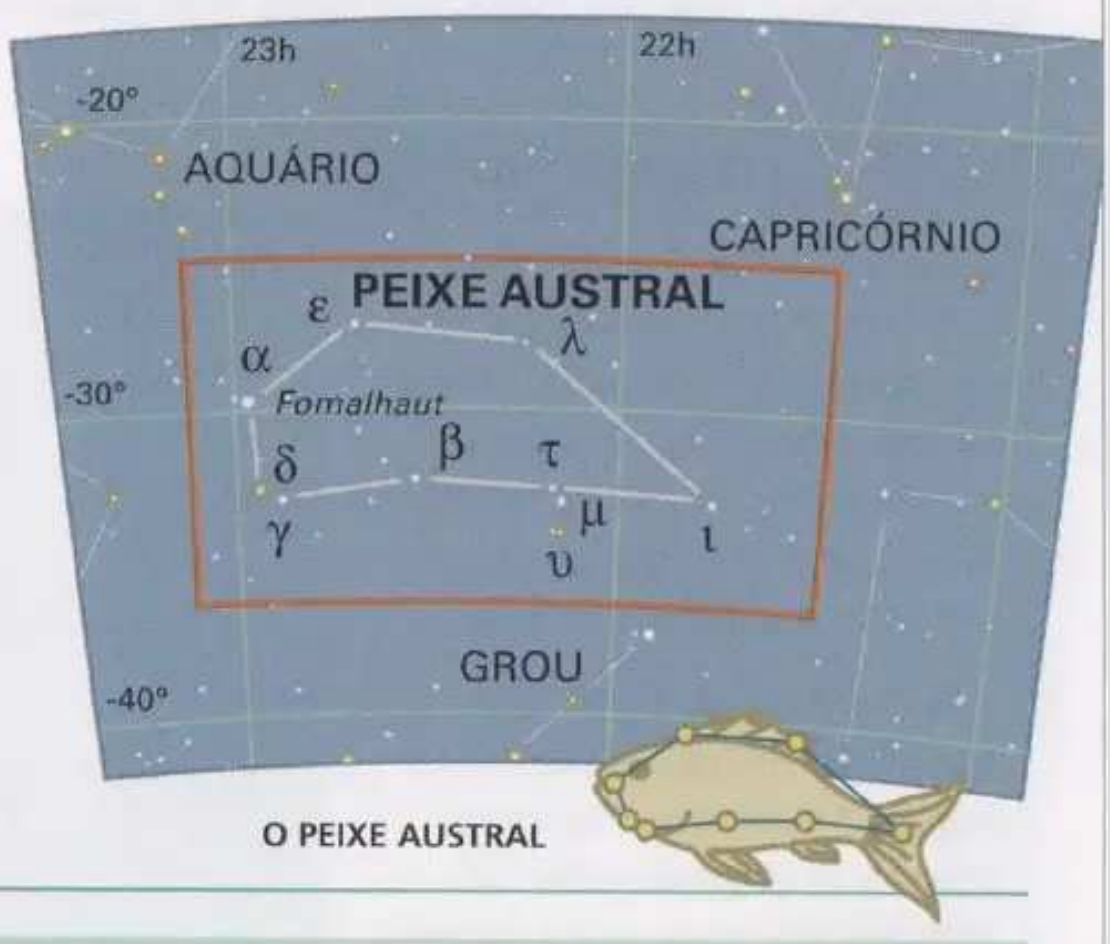
ALPHA (α) MICROSCOPII Estrela de 5ª magnitude com companheira de 10ª magnitude visível com telescópio amador.

Peixe Austral Piscis Austrini (PsA)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 60ª TT VISIV 53°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Esta constelação ao sul de Aquário é realçada pela presença da estrela Fomalhaut, de magnitude 1,2. Para os gregos antigos, os dois peixes da constelação zodiacal de Peixes eram filhos de Peixe Austral. No céu, a torrente de água da jarra de Aquário flui para a boca do peixe, designado pela palavra árabe Fomalhaut, que significa "boca do peixe".



O PEIXE AUSTRAL

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) PISCIS AUSTRINI Ampla dupla com componentes de 4ª e 8ª magnitudes, separável com telescópio pequeno.

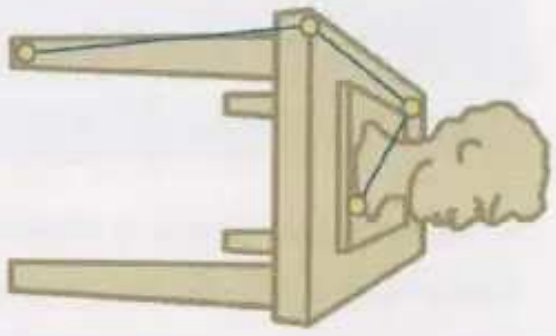
GAMA (γ) PISCIS AUSTRINI Par mais próximo, de 5ª e 8ª magnitudes, mais difícil de dividir que Beta.

Escultor Sculptoris (Scl)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 36ª TT VISIV 50°N–90°S

Fraca constelação contígua a Peixe Austral, foi introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille, segundo o qual ela representava o ateliê de um escultor; o nome foi abreviado depois. Escultor contém o polo sul de nossa galáxia, isto é, o ponto 90° ao sul do plano da Via Láctea. Isto nos permite ver muitas galáxias distantes nessa direção, porque não há estrelas intermediárias.

HEMISFÉRIO SUL



O ESCULTOR

TRAÇOS DE INTERESSE

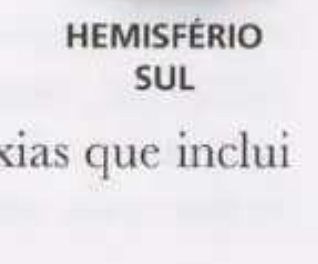
ÉPSILON (ε) SCULPTORIS Binária separável com telescópio pequeno. Suas componentes, de 5ª e 9ª magnitudes, têm um período orbital de mais de 1.000 anos.

NGC 55 Galáxia espiral de perfil, semelhante em tamanho e forma a NGC 253 mas não tão fácil de ver.

NGC 253 Galáxia espiral vista quase de lado, parecendo assim muito alongada. Em boas condições pode ser vista com binóculo e telescópio pequeno. Perto está o aglomerado globular menos brilhante e menor NGC 288.

Forno Fornacis (For)

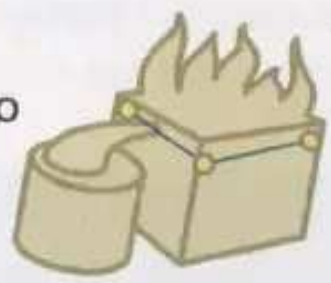
LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 41ª **TT VISIV** 50°N–90°S



HEMISFÉRIO SUL

Constelação banal composta de estrelas fracas numa curva no rio Eridano, ao sul de Baleia. Foi introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille, originalmente sob o nome *Fornax Chemica*, numa alusão ao forno químico usado para destilação. Na sua parte sul, há um aglomerado de galáxias que inclui a fonte de rádio Fornax A.

O FORNO



TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) FORNACIS A estrela mais brilhante da constelação, com magnitude 3,9, com companheira amarela de 7ª magnitude visível com telescópio pequeno.

AGLOMERADO DE FORNAX
Pequeno aglomerado de galáxias a cerca de 60 milhões de anos-luz na parte sul da constelação. Seu membro mais brilhante é a espiral NGC 1316, fonte de rádio também chamada

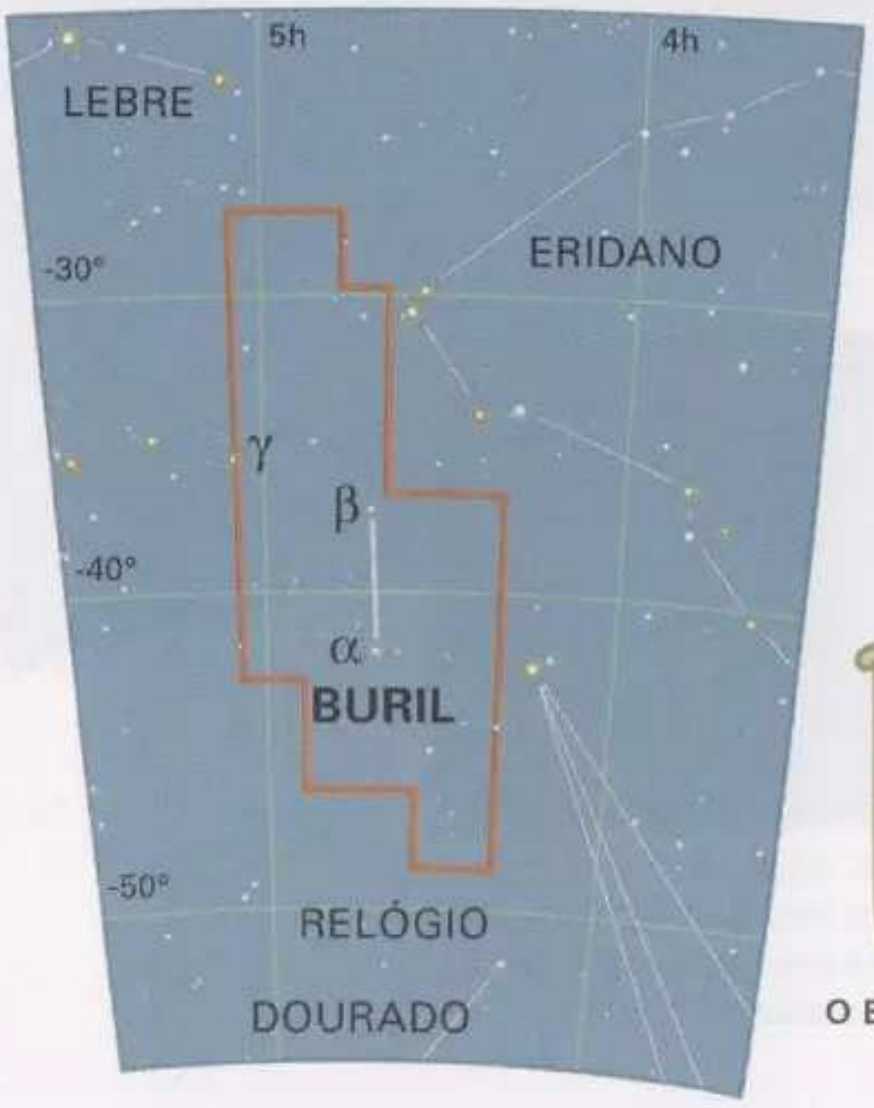
tal NGC 1316, fonte de rádio também chamada Fornax A. Destaca-se também a bela galáxia espiral barrada NGC 1365.

Buril Caeli (Cae)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 81ª TT VISIV 41°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Esta é uma constelação pequena e fraca, localizada entre Eridano e Pomba, introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille, que a descreveu originalmente representando um par de cinzéis. Hoje ela é vista simplesmente como um buril de pedreiro. Quase não tem interesse para os usuários de telescópios pequenos. Sua estrela mais brilhante, Alfa Caeli, tem magnitude 4,4.



O BURIL

TRAÇOS DE INTERESSE

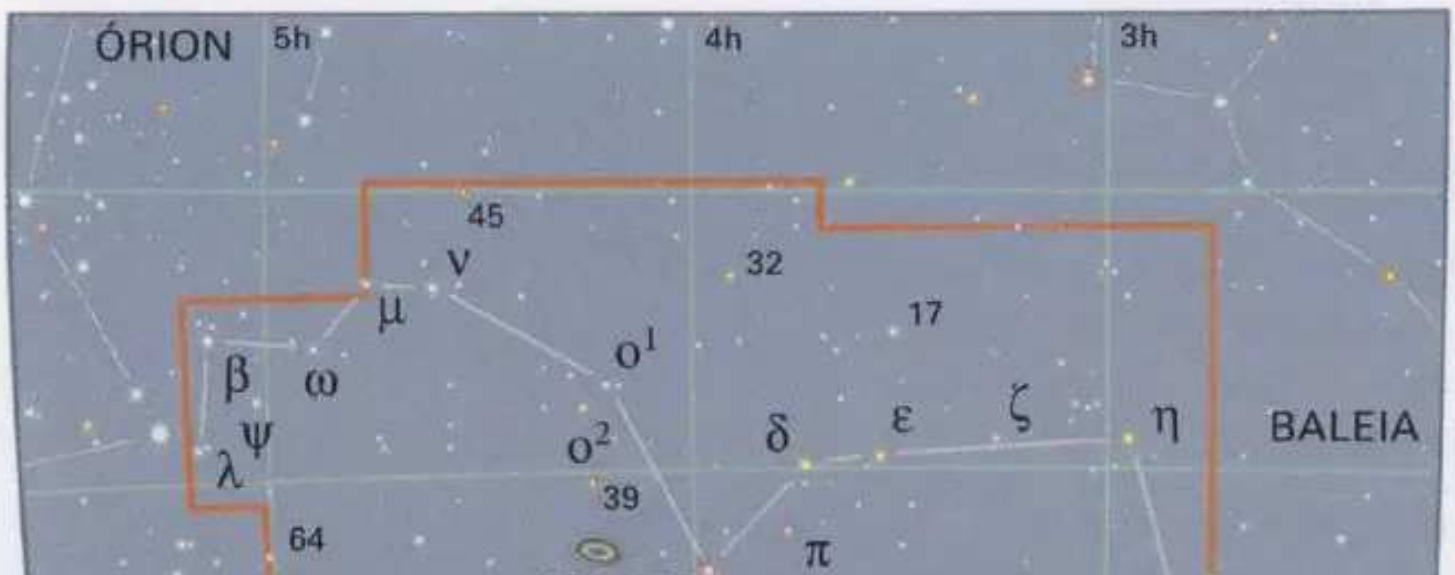
GAMA (γ) CAELI Gigante laranja de 5ª magnitude com companheira de 8ª. É necessário um telescópio de tamanho razoável para separá-las, por causa de sua proximidade.

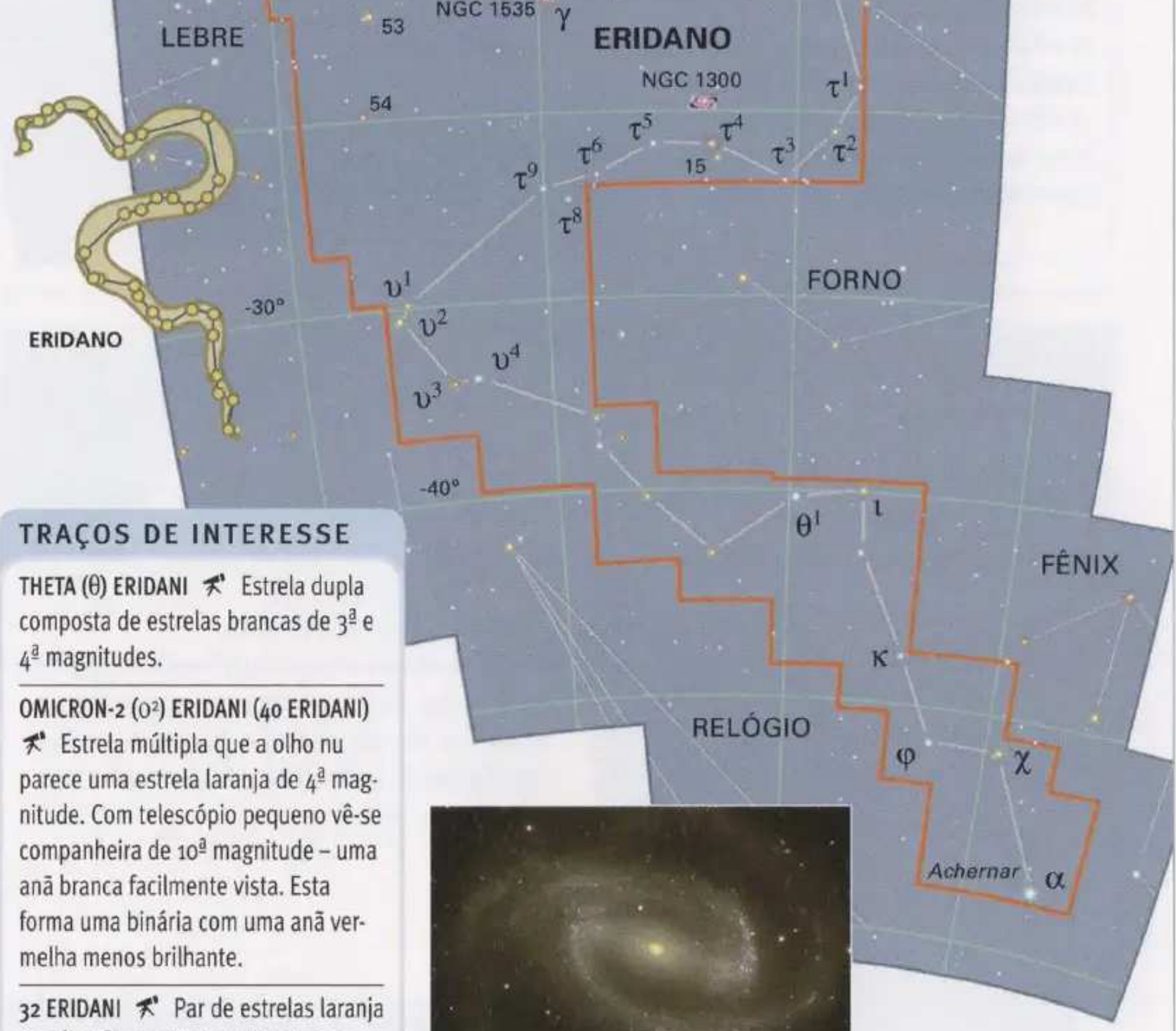
Eridano Eridani (Eri)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 6ª TT VISIV 32°N–89°S

HEMISFÉRIO SUL

Representa um rio que serpenteia do pé de Touro no norte à Serpente Marinha no sul, o que lhe dá um âmbito de 58° em declinação, o maior entre as constelações. Sua única estrela notável, Achernar, magnitude 0,5, está em sua extremidade sul. Eridano aparece na história de Faetonte, filho do deus-sol Hélio, que tentou impelir o pai a brigar pelo céu mas perdeu o controle e caiu como um meteoro no rio.





TRAÇOS DE INTERESSE

THETA (θ) ERIDANI Estrela dupla composta de estrelas brancas de 3ª e 4ª magnitudes.

OMICRON-2 (o²) ERIDANI (40 ERIDANI) Estrela múltipla que a olho nu parece uma estrela laranja de 4ª magnitude. Com telescópio pequeno vê-se companheira de 10ª magnitude – uma anã branca facilmente vista. Esta forma uma binária com uma anã vermelha menos brilhante.

32 ERIDANI Par de estrelas laranja de 5ª e 6ª magnitudes visíveis com telescópio pequeno.

NGC 1300 Galáxia espiral barrada, a cerca de 75 milhões de anos-luz. Sua barra central é mais longa que o diâmetro da Via Láctea.

GALÁXIA NGC 1300
Pouco brilhante para ser bem vista com telescópio pequeno, esta galáxia espiral barrada clássica aparece bem em fotografias.

Lebre Leporis (Lep)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 51ª **TT VISIV** 62°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Uma das constelações conhecidas pelos gregos antigos, Lebre está sob os pés de Órion, o Caçador. Representa uma lebre perseguida pelo céu por um dos cães de Órion, Cão Maior. Cercada pelas estrelas cintilantes de Órion e Cão Maior, muitas vezes é injustamente ignorada. A estrela mais brilhante, Alfa Leporis, magnitude 2,6, é conhecida como Arneb, "lebre" em árabe. Segundo uma lenda, a constelação representa uma praga de lebres que assolou a ilha grega de Leros quando um programa de reprodução desandou.

A LEBRE

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) LEPORIS Estrela amarela de 4ª magnitude com companheira laranja de 6ª magnitude visível com binóculo.

KAPPA (κ) LEPORIS Estrela de 4ª magnitude com companheira próxima de 7ª magnitude, dificilmente distinguíveis com as aberturas menores.

R LEPORIS Estrela variável do mesmo tipo que Mira, de intensa cor vermelha. Seu brilho varia entre as magnitudes 6ª e 12ª em períodos de cerca de 14 meses.

M79 Modesto aglomerado globular visível com telescópio pequeno, a mais de 40 mil anos-luz de distância e por isso difícil de distinguir em estrelas individuais. Herschel 3752, estrela tripla com componentes de 5ª, 7ª e 9ª magnitudes, está no mesmo campo de visão.

NGC 2017 Grupo compacto de estrelas reunindo uma estrela de 6ª magnitude e quatro companheiras de 8ª a 10ª magnitudes visíveis com telescópio pequeno. Aberturas maiores revelam mais três estrelas. Como parecem estar na mesma linha de visão, não é um aglomerado verdadeiro.

AGLOMERADO GLOBULAR M79

Este aglomerado globular um pouco esparso, de 8ª magnitude, e a 42 mil anos-luz de distância, tem longas cadeias de estrelas que o fazem parecer uma estrela-do-mar quando visto com telescópio pequeno.

NGC 2017

Este agrupamento casual de estrelas parece um pequeno aglomerado. Os discos e os espigões são efeito do telescópio grande com que a imagem foi captada.

Pomba Columbae (Col)

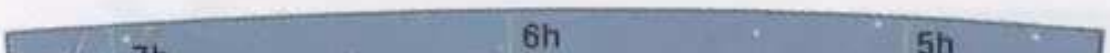
LARG PROFUND POSIÇ/TAM 54ª TT VISIV 46°N–90°S

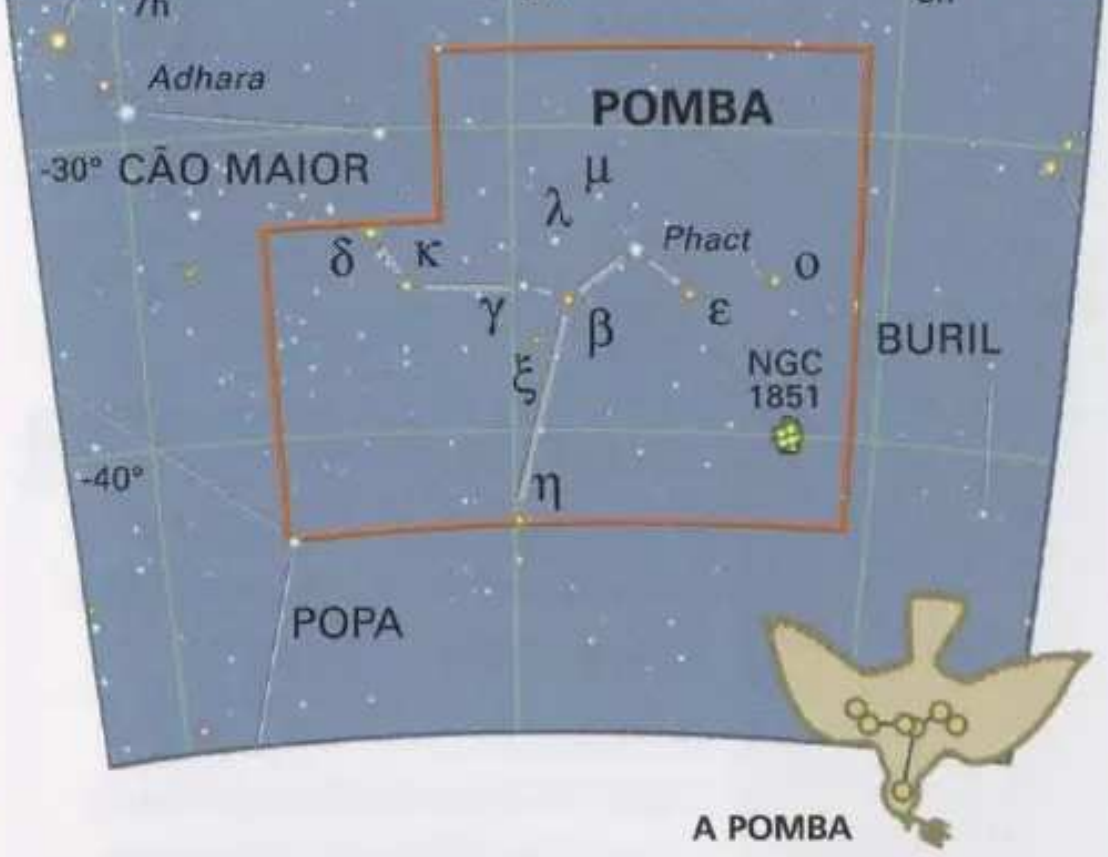
HEMISFÉRIO SUL

Constelação formada no fim do séc.XVI pelo teólogo e astrônomo holandês Petrus Plancius com estrelas ao sul de Lebre e Cão Maior que antes não pertenciam a nenhuma constelação. Representa a pomba que Noé soltou de sua arca para encontrar terra, na história bíblica. A pomba voltou com um ramo de oliveira no bico, mostrando que as águas do Dilúvio estavam baixando.

TRAÇOS DE INTERESSE

MU (μ) COLUMBAE Essa é uma estrela de 5ª magnitude cujo rápido movimento sugere ter sido expelida





A POMBA

da área da nebulosa de Órion, ao sul do cinturão de Órion, há cerca de 2,5 milhões de anos. Astrônomos acreditam que outrora foi membro de um sistema binário rompido pela colisão com outra estrela; o outro membro teria sido talvez AE Aurigae, de 6ª magnitude, que está se afastando de Órion na direção oposta.

NGC 1851 Modesto aglomerado globular visível como mancha enevoada com telescópio pequeno.

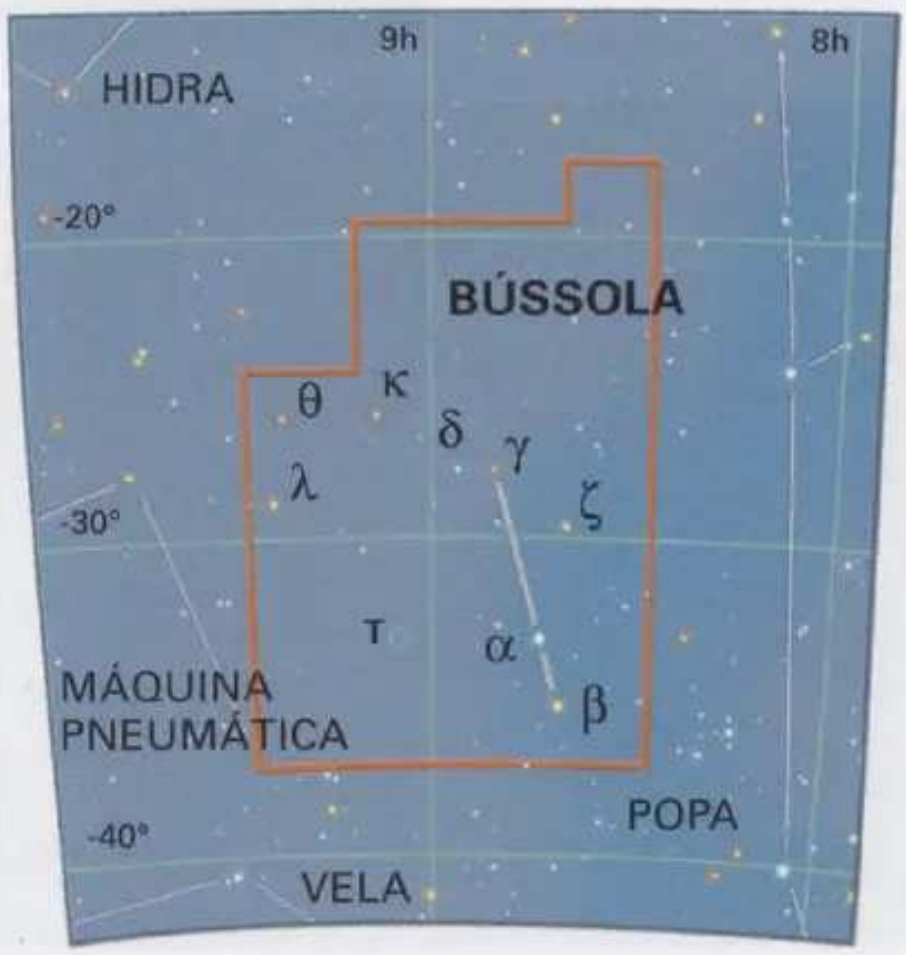
Bússola Pyxidis (Pyx)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 65ª **TT VISIV** 52°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

É uma constelação pequena e pouco notável localizada junto a Popa na borda da Via Láctea. Representa a bússola magnética de um barco e foi introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille. Está na área antes ocupada pelo mastro de Navio, a nau dos argonautas, antiga constelação grega hoje dividida em Quilha, Popa e Vela.
A estrela mais brilhante, Alfa (α) Pyxidis, tem magnitude 3,7.

A BÚSSOLA



TRAÇOS DE INTERESSE

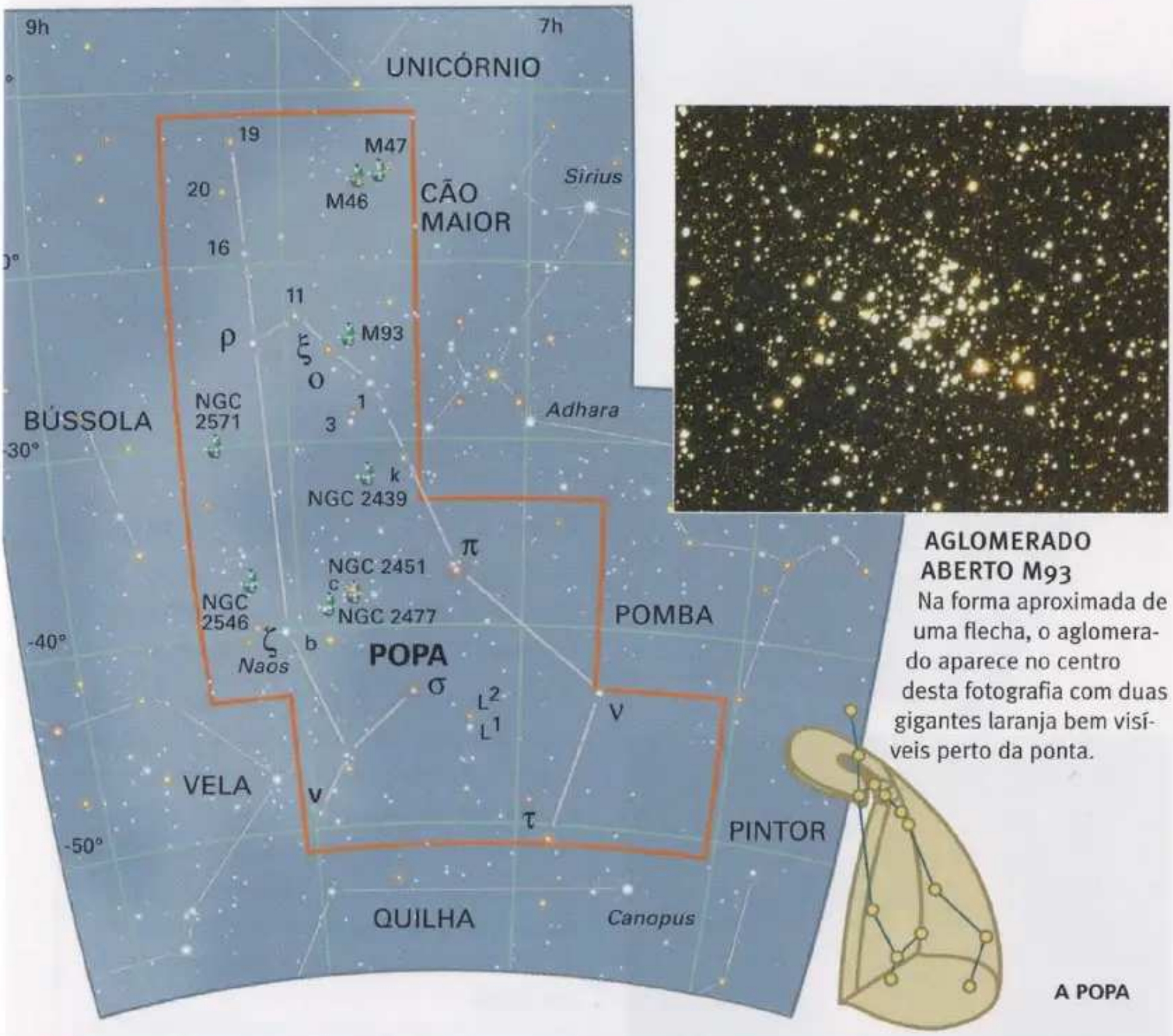
T PYXIDIS Uma nova recorrente, isto é, que sofreu várias explosões registradas. Cinco erupções foram vistas desde 1890, a última ocorreu em 1966. Nessas erupções, a estrela passou da 15ª para a 6ª ou 7ª magnitudes. É provável que volte a ficar mais brilhante, tornando-se visível com binóculo.

Popa Puppis (Pup)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 20ª **TT VISIV** 39°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

É uma rica constelação espalhada sobre a Via Láctea. Era parte da antiga figura grega de Navio, a nau de Jasão e os argonautas, até ser distinguida no séc.XVIII pelo francês Nicolas Louis de Lacaille. Representa a popa do barco e é a maior das três partes em que Navio foi dividida. As estrelas em cada seção conservaram suas letras gregas originais – no caso de Popa, de Zeta (ζ) em diante.



AGLOMERADO ABERTO M93
Na forma aproximada de uma flecha, o aglomerado aparece no centro desta fotografia com duas gigantes laranja bem visíveis perto da ponta.

A POPA

TRAÇOS DE INTERESSE

XI (ξ) PUPPIS Estrela de 3ª magnitude com companheira separada e não relacionada de 5ª magnitude visível com binóculo.

K PUPPIS Par de estrelas quase idênticas de 5ª magnitude separável com telescópio pequeno.

L PUPPIS Vasto par visível a olho nu e com binóculo. L^2 Puppis, mais ao norte, é uma gigante vermelha variável que flutua entre a 3ª e a 6ª magnitudes a cada cinco meses aproximadamente.

M46 E M47 Par de aglomerados abertos que juntos criam uma mancha mais brilhante na Via Láctea. Ambos têm o tamanho aparente da Lua cheia. M46 é o mais rico e mais distante; M47 é mais espalhado e está a cerca de 1.500 anos-luz, menos de um terço da distância de M46.

M93 Atraente aglomerado aberto para binóculo e telescópio pequeno. Em forma de ponta de flecha, tem duas gigantes laranja perto do ápice. Está a cerca de 3.500 anos-luz de distância.

NGC 2451 Aglomerado aberto mais disperso que M93. Sua estrela mais brilhante é C Puppis, uma gigante laranja de 4ª magnitude, perto de seu centro.

NGC 2477 Um dos mais ricos aglomerados abertos, com cerca de 2 mil estrelas.

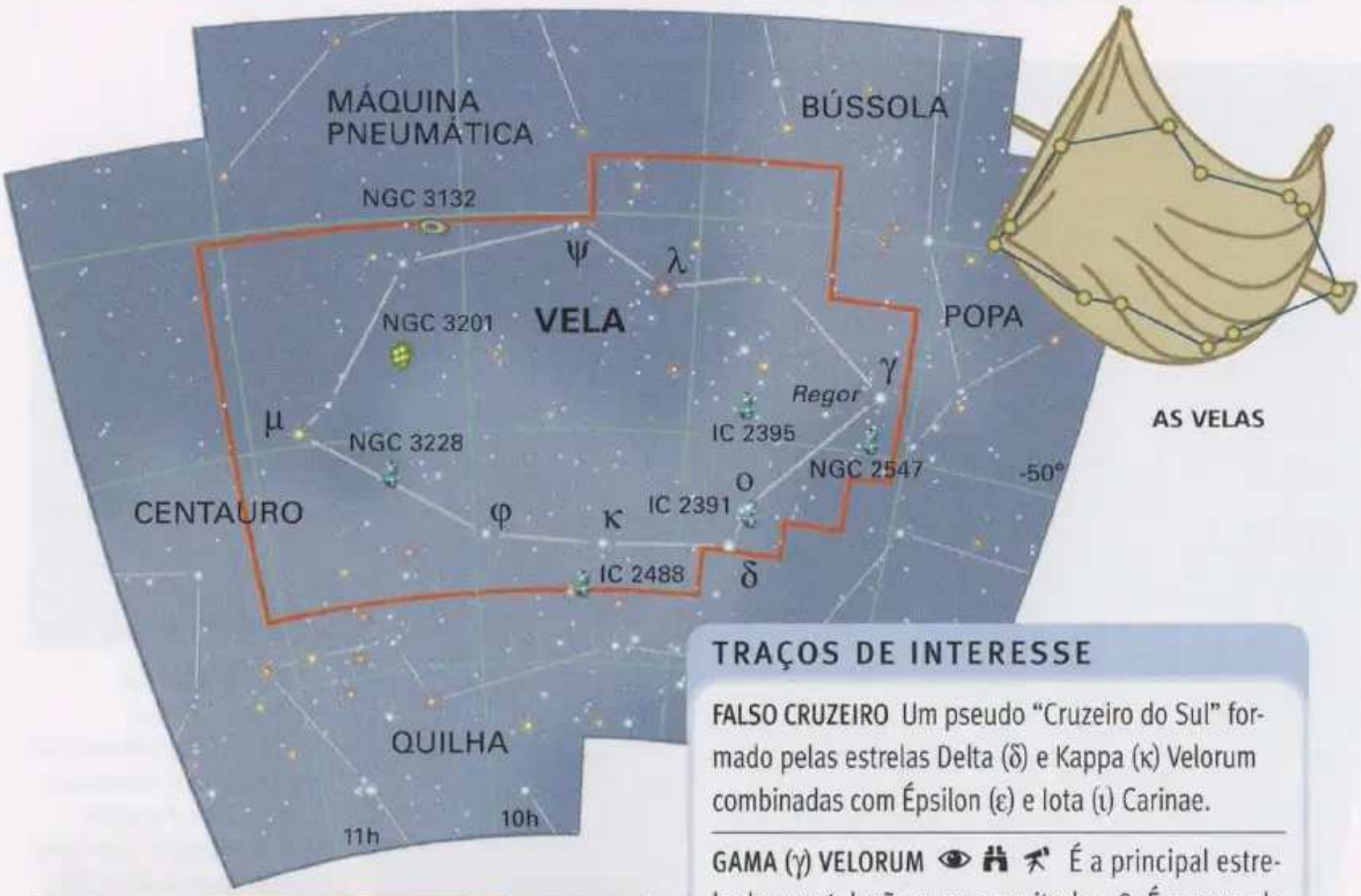
Vela Velorum (Vel)

LARG **PROFUND** **PROFUND** 32ª **TT VISIV** 32°N–90°S

HEMISFÉRIO

É uma das três partes em que a constelação grega de Navio (representando a nau de Jasão e os argonautas) foi dividida no séc.XVIII. A rotulação das estrelas em Vela começa com Gama (γ), já que as

estrelas Alfa (α) e Beta (β) agora pertencem à vizinha Quilha.



NEBULOSA DO ANEL DO SUL
Os anéis de gás da nebulosa só são visíveis em fotografias como esta, feita com instrumentos grandes. Um telescópio pequeno mostrará o disco da nebulosa, de tamanho aparente similar ao de Júpiter, e a estrela de 10ª magnitude em seu centro.

IC 2391
Grande aglomerado aberto a 500 anos-luz de nós. Visível a olho nu, tem excelente visão com binóculo.

TRAÇOS DE INTERESSE

FALSO CRUZEIRO Um pseudo "Cruzeiro do Sul" formado pelas estrelas Delta (δ) e Kappa (κ) Velorum combinadas com Épsilon (ε) e Iota (ι) Carinae.

GAMA (γ) VELORUM 👁 🔭 É a principal estrela da constelação com magnitude 1,8. É o exemplo mais brilhante de estrela Wolf-Rayet, tipo raro que perdeu suas camadas externas e expõe seu interior ultraquente. Com telescópio pequeno ou bom binóculo é possível ver uma companheira de 4ª magnitude. Duas companheiras mais afastadas, de 8ª e 9ª magnitudes, podem ser vistas com telescópio.

NGC 2547 🔭 Aglomerado aberto com metade do tamanho aparente da Lua cheia.

NGC 3132 (NEBULOSA DO ANEL DO SUL) 🔭 Notável nebulosa planetária cujos complexos anéis de gás lembram números oito entrelaçados.

IC 2391 👁 🔭 Grupo de várias dúzias de estrelas em área maior que o tamanho aparente da Lua cheia. A mais brilhante é Omicron (o) Velorum, de 4ª magnitude. A norte dele há outro aglomerado visível com binóculo, IC 2395.

REMANESCENTE DE SUPERNOVA DA VELA
Resto gasoso de uma supernova criada por uma estrela que explodiu há cerca de 11 mil anos, entre Gama (γ) e Lambda (λ) Velorum.

Quilha Carinae (Car)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 34ª **TT VISIV** 14°N–90°S

Grande constelação austral, antes parte da figura de Navio, que

representava a nau dos argonautas e foi dividida em três no séc.XVIII. No mito grego, Argo era uma potente galé de 50 remos em que Jasão e 50 dos maiores heróis gregos, os argonautas, navegaram para Cólquida, na margem leste do mar Negro, para buscar o velocino de ouro de um carneiro. A viagem é uma das epopeias do mito grego. Quilha, que representa a quilha do barco, herdou muitos objetos de Navio, entre eles sua estrela mais brilhante, Canopus.

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) CARINAE (CANOPUS) 👁
Supergigante branca de magnitude -0,6, a segunda estrela mais brilhante em todo o céu. Localiza-se a 310 anos-luz de nós.

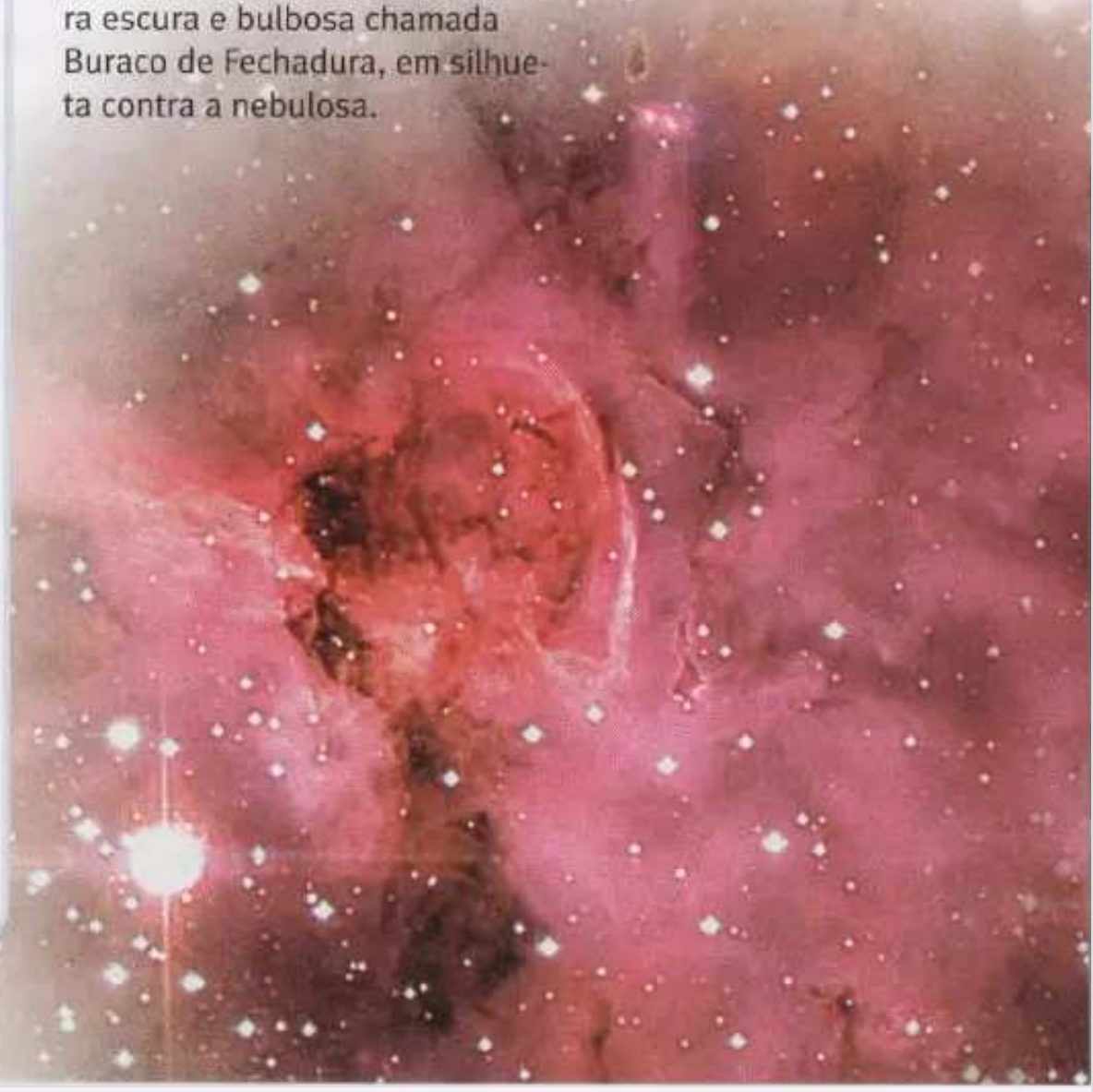
NGC 2516 👁 🔭 Grande aglomerado aberto visível a olho nu. Com binóculo, tem forma de cruz.

NGC 3372 (NEBULOSA DE ETA CARINAE) 👁 🔭 🔭 🔭 Mancha de gás fulgurante, com quatro vezes o tamanho aparente da Lua, visível a olho nu e mais visível ainda com binóculo. A parte mais brilhante fica em torno da peculiar estrela variável Eta (η) Carinae, que no séc.XIX inflamou-se temporariamente, tornando-se mais brilhante que Canopus, mas hoje retornou à 5ª magnitude.

NGC 3532 👁 🔭 Aglomerado alongado perfeitamente visível com binóculo.

IC 2602 (PLÊIADES DO SUL) 👁 🔭
Aglomerado aberto com várias estrelas visíveis a olho nu; a mais brilhante é Theta (θ) Carinae, de 3ª magnitude.

NEBULOSA DE ETA CARINAE
Perto de Eta Carinae, a estrela brilhante embaixo à esquerda, os telescópios mostram uma nuvem de poeira escura e bulbosa chamada Buraco de Fechadura, em silhueta contra a nebulosa.



Cruzeiro do Sul Crucis (Cru)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 88ª TT VISIV 25°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Cruzeiro do Sul é a menor, porém instantaneamente reconhecível, constelação e espreme-se entre as pernas do Centauro. Os gregos antigos a viam como parte de Centauro, mas foi transformada em constelação à parte e chamada Cruzeiro do Sul por navegantes europeus no séc.XVI. Eles estabeleciam sua rota com base no fato de que o eixo mais longo da cruz aponta para o polo sul celeste. Está numa área rica da Via Láctea, interrompida pela escura nebulosa do Saco de Carvão.

O CRUZEIRO DO SUL

TRAÇOS DE INTERESSE

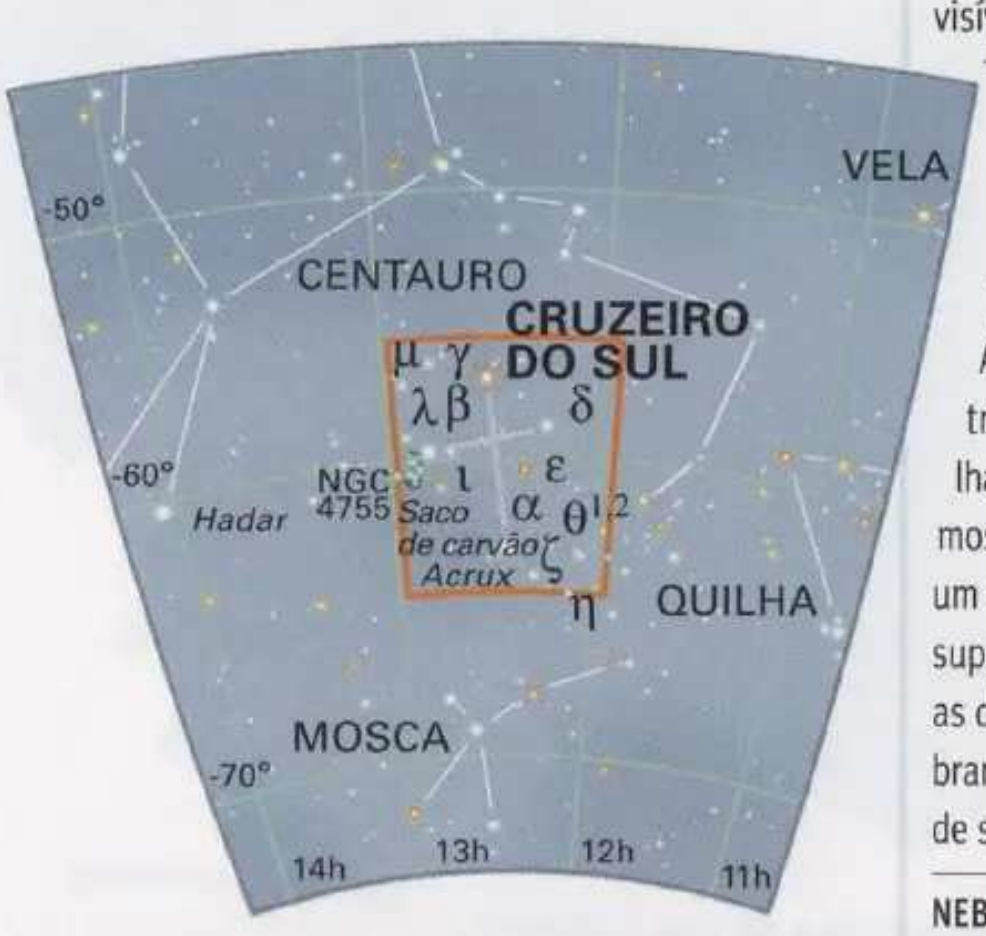
ALFA (α) CRUCIS A estrela de 1ª magnitude mais ao sul. A olho nu parece ter magnitude 0,8, mas telescópios pequenos a dividem numa cintilante dupla azul-branca de magnitudes 1,3 e 1,8.

GAMA (γ) CRUCIS Gigante vermelha de 2ª magnitude com companheira não relacionada de 6ª magnitude visível com binóculo.

MU (μ) CRUCIS Vasto par de estrelas de 4ª e 5ª magnitudes, facilmente separável com telescópio pequeno e até bom binóculo.

NGC 4755 (NEBULOSA DA CAIXA DE JOIAS) Aglomerado aberto que é uma das joias do céu austral, visível a olho nu como uma mancha mais brilhante na Via Láctea. Binóculo e telescópio pequeno mostram suas estrelas individuais cobrindo cerca de um terço do tamanho aparente da Lua cheia. Uma supergigante cor de rubi perto do centro contrasta com as demais estrelas, em sua maioria supergigantes azul-brancas, dando a impressão de joias coloridas, origem de seu nome popular.

NEBULOSA SACO DE CARVÃO Nuvem de poeira escura que bloqueia a luz das estrelas da Via Láctea atrás. Proeminente a olho nu e com binóculo, abrange a área de 12 Luas cheias e penetra nas constelações Centauro e Mosca.



NEBULOSA SACO DE CARVÃO
Nebulosa que aparece com uma mancha escura na brilhante Via Láctea perto do Cruzeiro do Sul, aqui à esquerda do centro. Alfa e Beta Centauri estão na extrema esquerda e a nebulosa da Eta Carinae é a mancha cor-de-rosa logo à direita do centro.

Mosca Muscae (Mus)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 77ª **TT VISIV** 14°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Está na Via Láctea ao sul de Cruzeiro do Sul e Centauro. É uma das constelações introduzidas no fim do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman, e representa uma mosca. A ponta sul da escura nebulosa Saco de Carvão a penetra a partir da vizinha Cruzeiro do Sul, mas afora isso ela pouco tem de notável.

A MOSCA

TRAÇOS DE INTERESSE

THETA (θ) MUSCAE Estrela dupla com componentes de 6ª e 8ª magnitudes, separável com telescópio pequeno. A mais brilhante é uma supergigante azul e a outra é um exemplo de estrela Wolf-Rayet – estrela quente que perdeu suas camadas externas.

NGC 4833 Aglomerado globular visível com binóculo e telescópio pequeno.

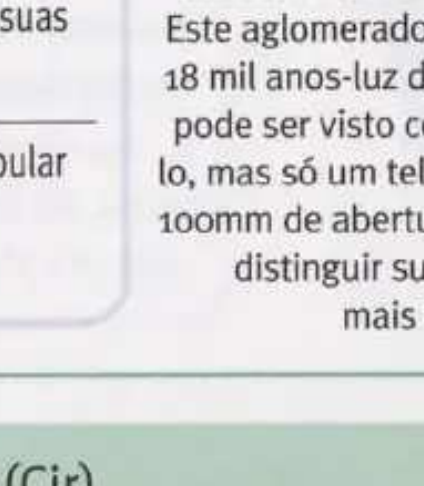
AGLOMERADO NGC 4833 Este aglomerado globular a 18 mil anos-luz de distância pode ser visto com binóculo, mas só um telescópio de 100mm de abertura permite distinguir suas estrelas mais brilhantes.

Compasso Circini (Cir)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 85ª **TT VISIV** 19°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Pequena constelação espremida entre Centauro e Triângulo Austral. Não é difícil de encontrar, situando-se perto de Alfa (α) Centauri, mas não é muito notável. Tem a forma de um triângulo isósceles longo e fino e representa um compasso como os usados por topógrafos e navegadores. É uma das constelações baseadas em instrumentos científicos introduzidas pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille.



O COMPASSO

TRAÇOS DE INTERESSE

ALFA (α) CIRCINI A estrela mais brilhante da constelação. É uma dupla de 3ª e 5ª magnitudes, facilmente separável com telescópio pequeno.

Esquadro Normae (Nor)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 74ª **TT VISIV** 29°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação pouco notável situada na Via Láctea entre Lobo e Escorpião. Foi introduzida na década de 1750 pelo francês Nicolas Louis de Lacaille, que a chamou *Norma et Regula*, Esquadro e Régua. As estrelas, originalmente denominadas Alfa (α) e Beta (β), foram depois incorporadas ao vizinho Escorpião.

O ESQUADRO

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA-2 (γ²) NORMAE A estrela mais brilhante da constelação, magnitude 4,0. É a metade de uma dupla a olho nu, Gama-1 (γ¹) Normae, de 5ª magnitude. Situadas a distâncias diferentes, elas não estão relacionadas.

ÉPSILON (ε) NORMAE Dupla de 5ª e 7ª magnitudes visível para telescópio pequeno.

IOTA-1 (ι¹) NORMAE Dupla de 5ª e 8ª magnitudes, visível para telescópio pequeno. Iota-2 (ι²) Normae é uma estrela não relacionada, a certa distância.

NGC 6087 Grande aglomerado aberto com cadeias radiais de estrelas, visível com binóculo. Sua estrela mais brilhante, perto de seu centro, é S Norma, variável cefeida que varia entre 6ª e 7ª magnitudes a cada 9,8 dias.

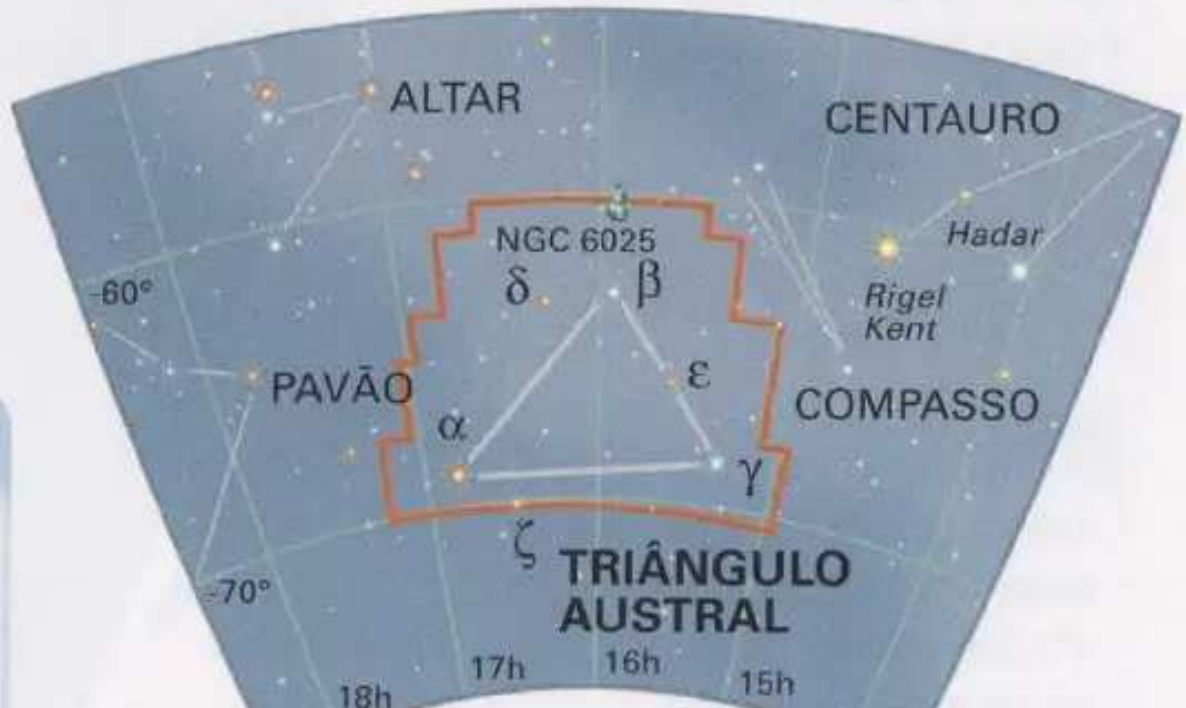
Triângulo Austral Trianguli Australis (TrA)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 83ª **TT VISIV** 19°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Introduzida no final do séc.XVI pelos navegadores holandeses Pieter Dikszoon Keyser e Frederick de Houtman, situa-se na Via Láctea, não muito longe de Alfa (α) Centauri. É menor que Triângulo do Norte, mas tem estrelas mais brilhantes e se destaca mais. Alfa (α) Trianguli Australis tem magnitude 1,9, Beta (β) tem 2,8 e Delta (δ) tem 2,9. A constelação possui poucos atrativos para usuários de telescópios pequenos.

O TRIÂNGULO AUSTRAL



TRAÇOS DE INTERESSE

NGC 6025 Aglomerado aberto visível com binóculo. Notavelmente alongada, tem cerca de um terço do diâmetro aparente da Lua cheia.

Altar Arae (Ara)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 63ª TT VISIV 22°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação na Via Láctea, ao sul de Escorpião. Representava para os gregos antigos o altar sobre o qual os deuses do Olimpo juraram fidelidade antes de lutar com os Titãs pelo controle do Universo. O tampo do altar está voltado para o sul e a Via Láctea pode ser imaginada como a fumaça do incenso.

O ALTAR

TRAÇOS DE INTERESSE

NGC 6193 Aglomerado aberto atraente para binóculo. Reúne cerca de 30 estrelas de 6ª magnitude e menos brilhantes; tem metade do tamanho aparente da Lua cheia.

NGC 6397 Um dos aglomerados globulares mais próximos de nós, a cerca de 10 mil anos-luz, bem visto com binóculo e telescópio pequeno. Tem mais da metade do tamanho aparente da Lua cheia. As estrelas em suas regiões externas são mais dispersas do que em muitas globulares.

Coroa Austral Coronae Australis (CrA)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 80ª TT VISIV 44°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Pequena mas atraente constelação na borda da Via Láctea, sob os pés de Sagitário e perto da cauda de Escorpião. Consiste num arco de estrelas de 4ª magnitude e menos brilhantes, que representam uma coroa de louros. Era uma das 48 constelações reconhecidas pelo astrônomo grego Ptolomeu no séc.II d.C.

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) CORONAE AUSTRALIS Binária desafiante. As duas estrelas, de 5ª magnitude, são separáveis com abertura de 100mm. O período orbital é de 122 anos. Vistas da Terra, tornam-se mais distinguíveis por estarem se afastando.

KAPPA (κ) CORONAE AUSTRALIS Par não relacionado de estrelas de 6ª magnitude facilmente separáveis com telescópio pequeno.

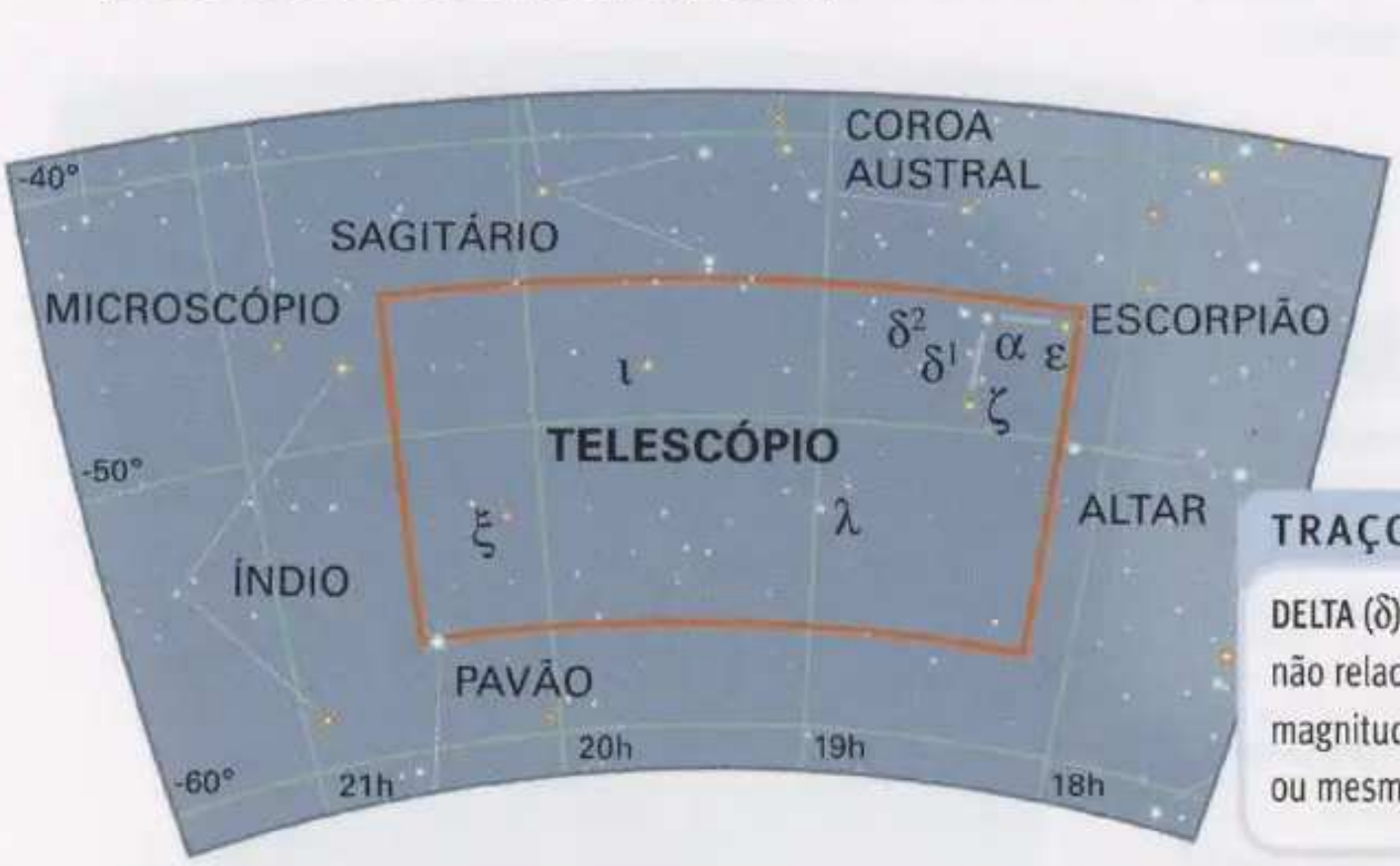
NGC 6541 Este modesto aglomerado globular pode ser visto com binóculo e telescópio pequeno. Tem um terço do tamanho aparente da Lua cheia.

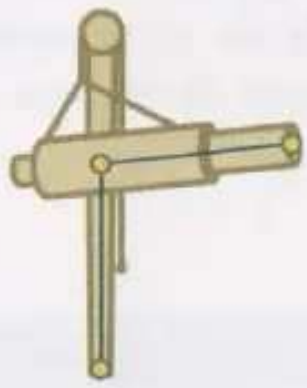
Telescópio Telescopii (Tel)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 57ª **TT VISIV** 33°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação pouco notável ao sul de Sagitário e Coroa Austral. Introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille, homenageia o telescópio, embora seu padrão de estrelas pouco se assemelhe ao instrumento.





O TELESCÓPIO

TRAÇOS DE INTERESSE

DELTA (δ) TELESCOPII Par não relacionado de estrelas de 5ª magnitude, separável com binóculo ou mesmo visão aguçada.

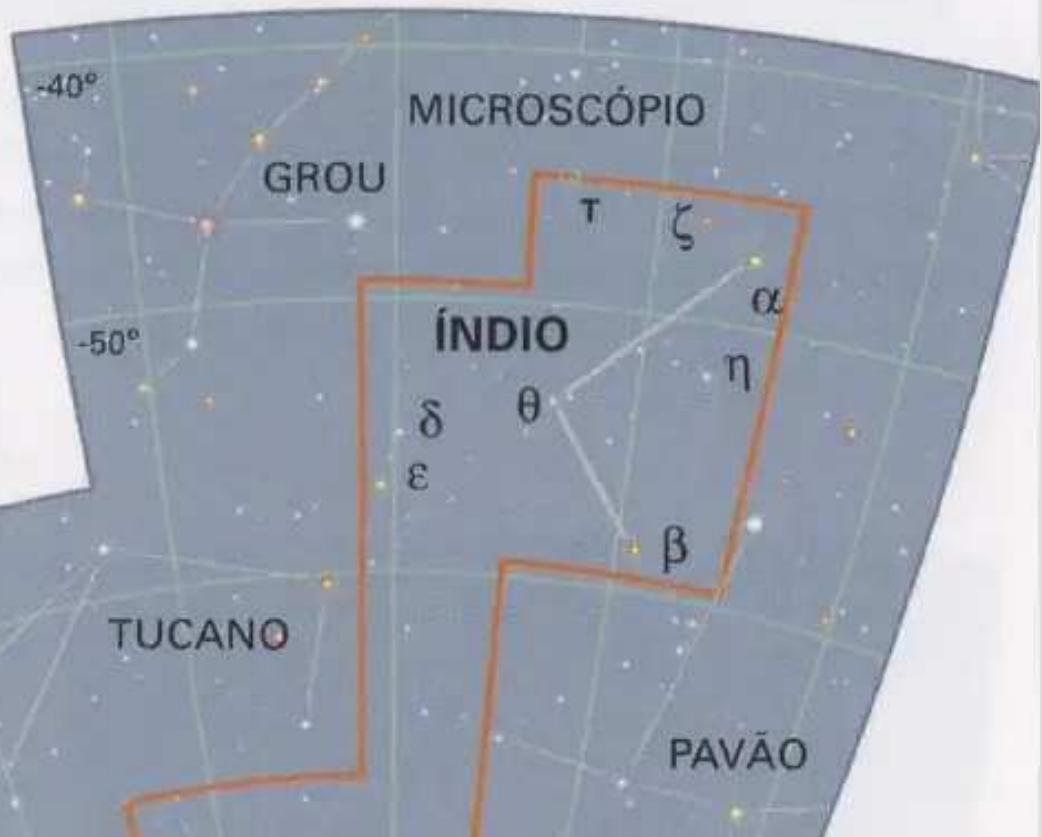
Índio Indi (Ind)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 49ª **TT VISIV** 15°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Uma das constelações austrais introduzidas no fim do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirszoon Keyser e Frederick de Houtman. Representa um índio levando uma lança e flechas, talvez um nativo das Índias orientais, como os encontrados pelos exploradores holandeses em suas expedições, ou um nativo das Américas. É difícil discernir uma figura humana a partir dessas estrelas.

O ÍNDIO



TRAÇOS DE INTERESSE

ÉPSILON (ε) INDI Uma das estrelas mais próximas do nosso Sistema Solar, a apenas 11,8 anos-luz. Um

pouco menor e mais fria que o Sol, tem magnitude aparente 4,7 e sua cor é laranja-claro.

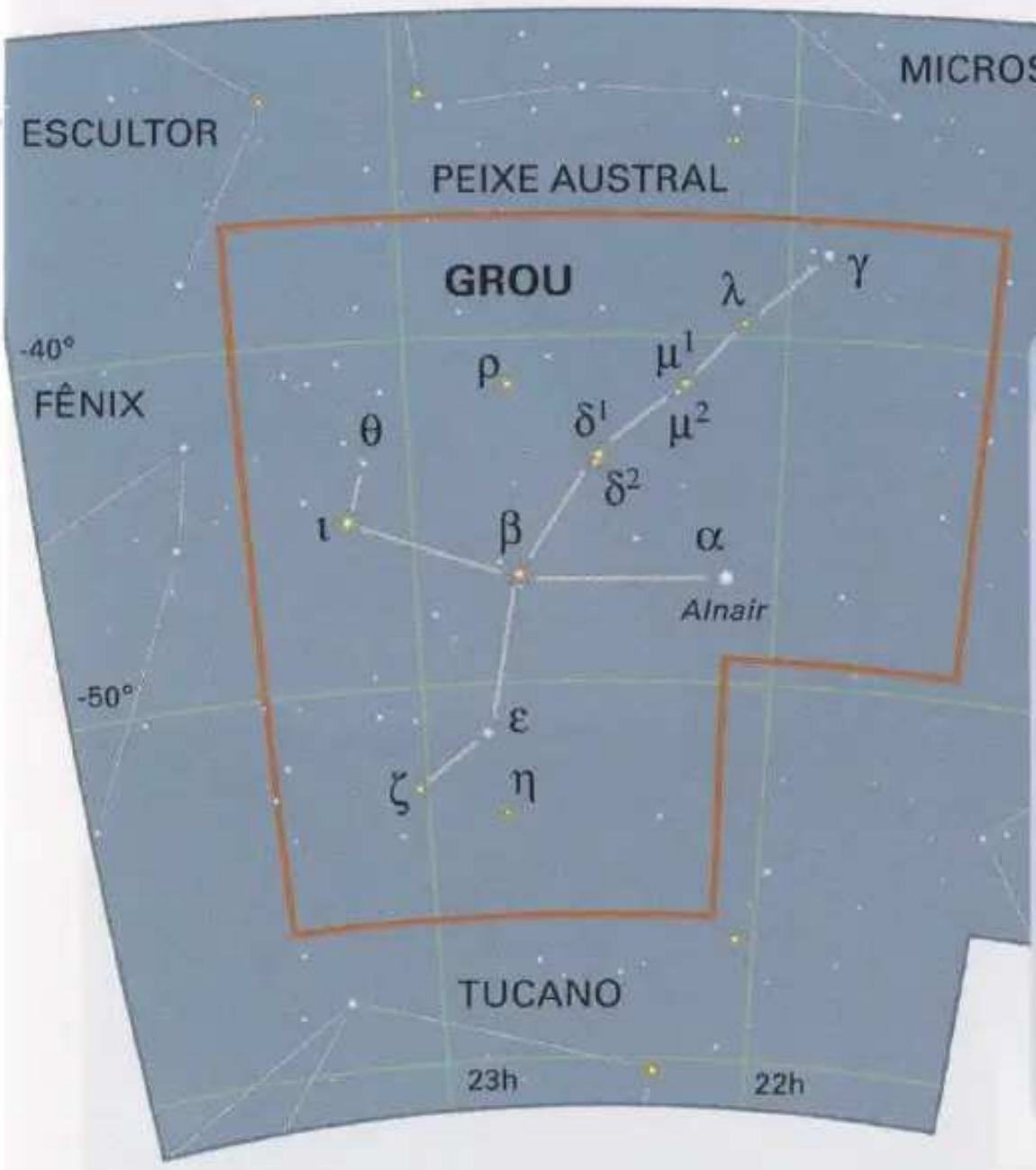
THETA (θ) INDI Estrela dupla com componentes de magnitudes 4,5 e 6,9. A estrela companheira é identificável com telescópio pequeno.

Grou Gruis (Gru)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 45ª **TT VISIV** 33°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Situada entre Peixe Austral e Tucano, foi introduzida no fim do séc.XVII pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman. Representa uma ave de pernas e pescoço longos, o grou.



O GROU

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) GRUIS Gigante vermelha variável cujo brilho varia irregularmente entre as magnitudes 2,0 e 2,3.

DELTA (δ) GRUIS Uma de duas grandes e notáveis duplas na constelação, separáveis a olho nu. Consiste num par de gigantes de 4ª magnitude, amarela e vermelha.

MU (μ) GRUIS Par de gigantes amarelas de 5ª magnitude separável a olho nu. Como Delta (δ) Gruis, é um alinhamento casual, não uma binária verdadeira.

Fênix Phoenicis (Phe)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 37ª **TT VISIV** 32°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

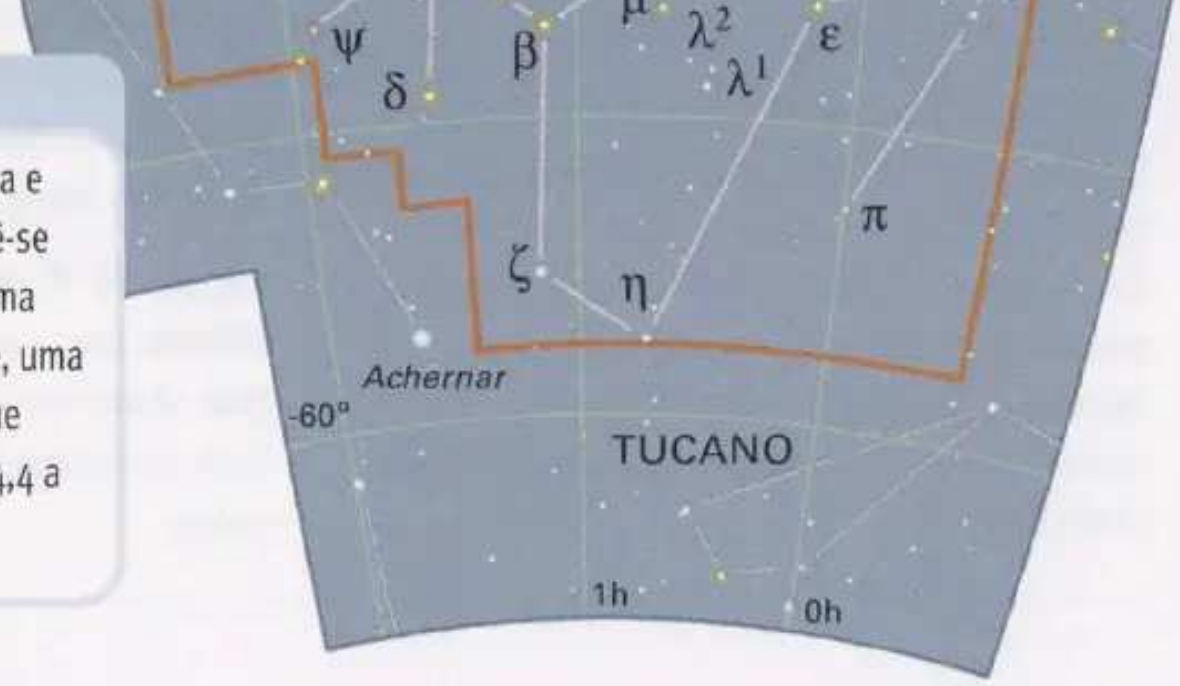
Situada na extremidade sul de Eridano, Fênix é a maior das 12 constelações introduzidas pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman. Representa a ave mítica que renasceu das cinzas de sua predecessora.

A FÊNIX

A FÊNIX

TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) PHOENICIS Estrela dupla e variável. Com telescópio pequeno vê-se uma estrela de 4ª magnitude com uma companheira de 8ª. A mais brilhante, uma binária eclipsante do mesmo tipo que Algol, varia entre magnitudes 3,9 e 4,4 a cada 1,7 dia.

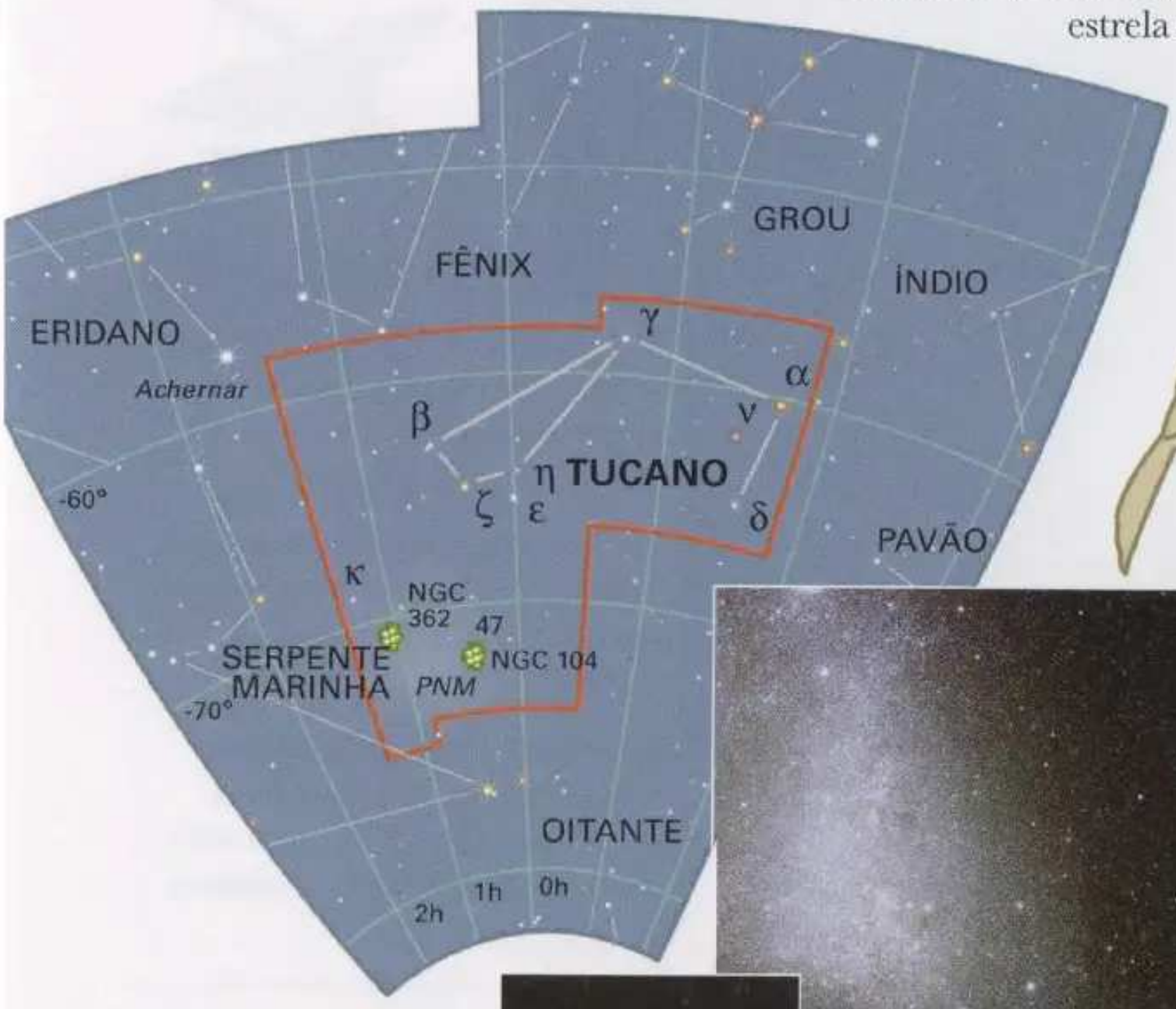


Tucano Tucanae (Tuc)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 48ª TT VISIV 14°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Remota constelação austral na extremidade do rio celeste, Eridano, Tucano representa hoje a ave de bico grande das Américas Central e do Sul. Quando originalmente introduzida pelos navegadores-astrônomos holandeses Peter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman, era uma ave das Índias orientais. Sua estrela mais brilhante é Alfa (α) Tucanae, magnitude 2,9.



O TUCANO

PEQUENA NUVEM DE MAGALHÃES E 47 TUCANAE
A PNM (à esquerda) é uma galáxia irregular que orbita a Via Láctea; o aglomerado globular 47 Tucanae (à direita), 175 mil anos-luz mais próximo da Terra, é parte de nossa galáxia.

47 TUCANAE
Com telescópio, vê-se aqui um centro condensado intensamente brilhante com regiões externas menos densas.

TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) TUCANAE Estrela dupla separável a olho nu ou com binóculo, de 4ª e 5ª magnitudes. Um telescópio pequeno separa a mais brilhante delas

47 TUCANAE (NGC 104) Nítido aglomerado globular perto da PNM. Na verdade, é um objeto de

em duas.

KAPPA (κ) TUCANAE Estrela dupla de 5ª e 7ª magnitudes, separável com telescópio pequeno.

PEQUENA NUVEM DE MAGALHÃES (PNM) Essa é a menor das duas galáxias satélites que acompanham a nossa, localiza-se a cerca de 19 mil anos-luz de distância. A olho nu, parece um pedaço desprendido da Via Láctea, com sete vezes o tamanho aparente da Lua cheia. Com binóculo e telescópio pequeno veem-se campos de estrelas e aglomerados dentro dela.

primeiro plano em nossa própria galáxia, não está associado à nuvem. A olho nu, parece uma estrela vaga de 4ª magnitude. Binóculo e telescópio pequeno mostram que cobre a mesma área do céu que a Lua cheia. É considerado o segundo melhor aglomerado globular a ser observado em todo o céu, só superado por Ômega (ω) Centauri.

NGC 362 Aglomerado globular menor e menos brilhante que 47 Tucanae, perto da ponta norte da PNM. Visível com binóculo ou telescópio pequeno. Como 47 Tucanae, está à frente da nuvem em nossa galáxia.

Serpente Marinha Hydri (Hyi)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 61ª TT VISIV 8°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação no extremo sul do céu entre as duas nuvens de Magalhães, foi introduzida no fim do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman. Representa uma pequena cobra-d'água e não deve ser confundida com Hidra, a grande cobra-d'água, já conhecida pelos gregos antigos. Sua estrela mais brilhante, Beta (β) Hydri, tem magnitude 2,8.

A SERPENTE MARINHA

TRAÇOS DE INTERESSE

PI (π) HYDRI Dupla binocular separada de gigantes vermelhas de 6ª magnitude. Estando a distâncias diferentes de nós, não são relacionadas.

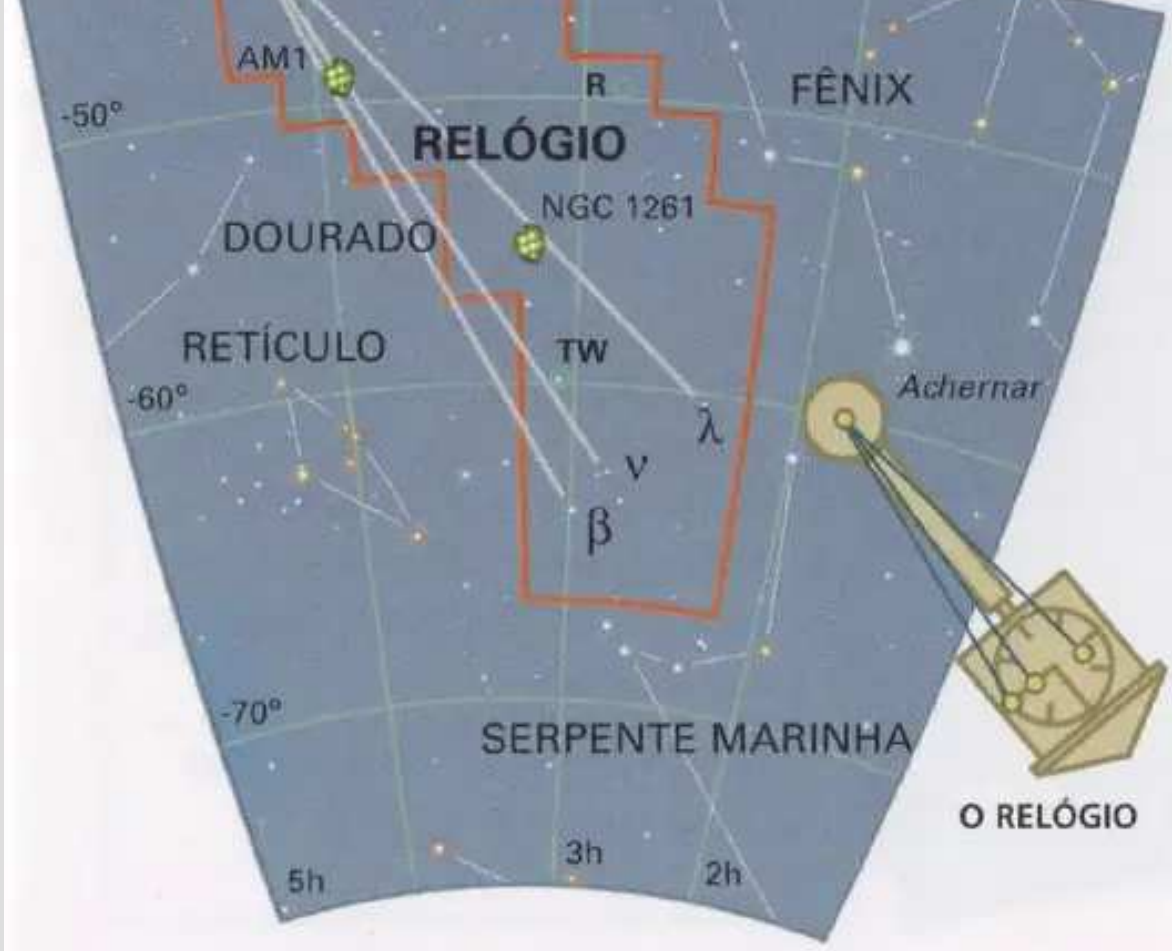
Relógio Horologii (Hor)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 58ª TT VISIV 23°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Constelação fraca e pouco notável do céu austral próxima do pé de Eridano. Representa um relógio de pêndulo outrora usado em observatórios.

Pertence ao grupo de constelações científicas introduzidas no séc.



O RELÓGIO

XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille.

TRAÇOS DE INTERESSE

R HOROLOGII Estrela variável gigante vermelha do mesmo tipo que Mira; varia entre 5ª e 14ª magnitudes em cerca de 13 meses.

NGC 1261 Aglomerado globular compacto, a mais de 50 mil anos-luz de nós. Obscuramente visto com telescópio pequeno.

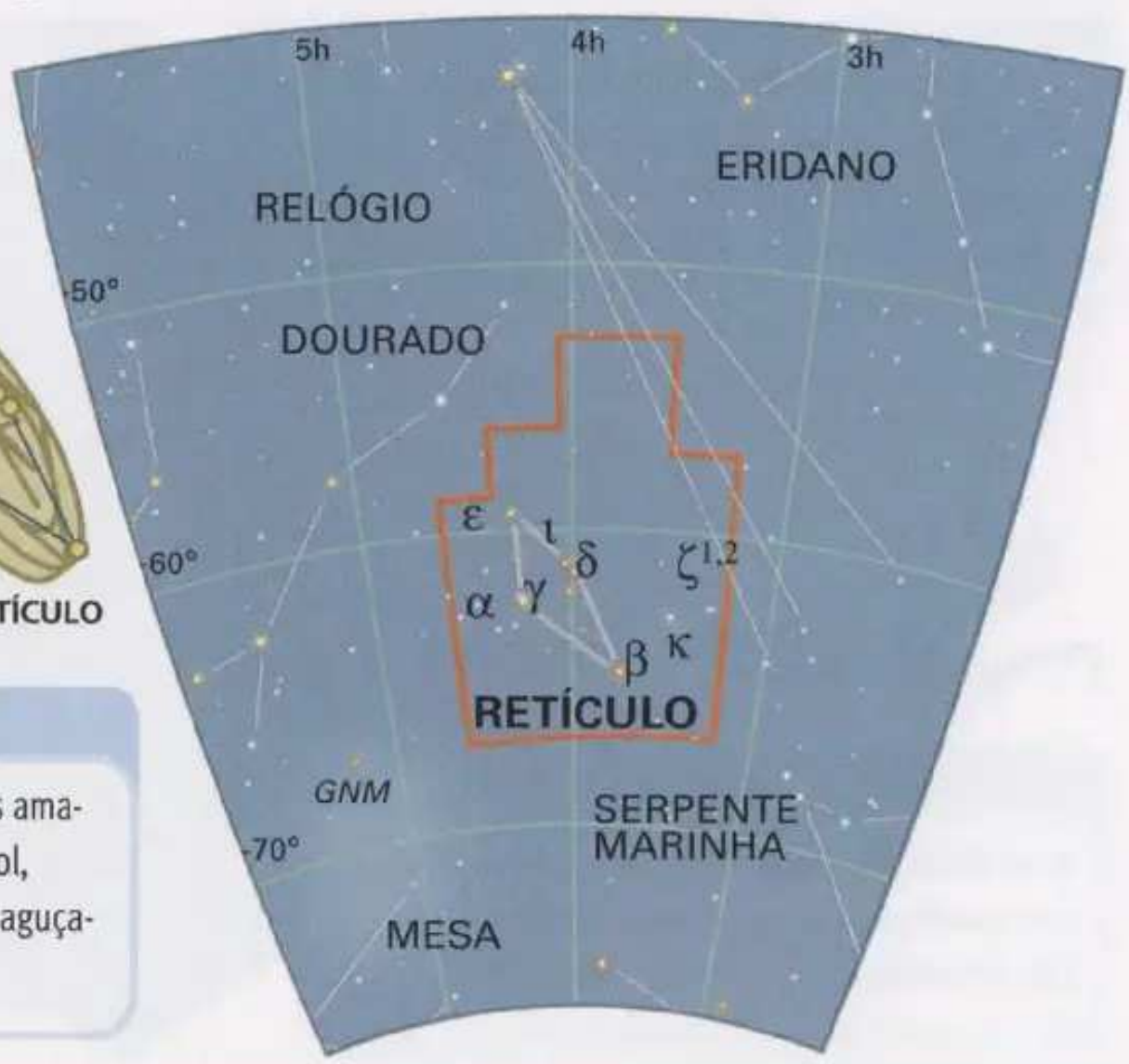
Retículo Reticuli (Ret)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 82ª **TT VISIV** 23°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Pequena constelação no céu austral, perto da Grande Nuvem de Magalhães, foi introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille. Representa o retículo, grade de linhas finas na ocular de seu telescópio, que ele usou para medir as posições dos astros ao catalogar as estrelas austrais. Suas principais estrelas traçam a forma de um diamante, que lembra a do retículo usada por Lacaille.

O RETÍCULO



TRAÇOS DE INTERESSE

ZETA (ζ) RETICULI Par de estrelas amarelas de 5ª magnitude similares ao Sol, separável com binóculo ou até visão aguçada. Estão a 39 anos-luz de nós.

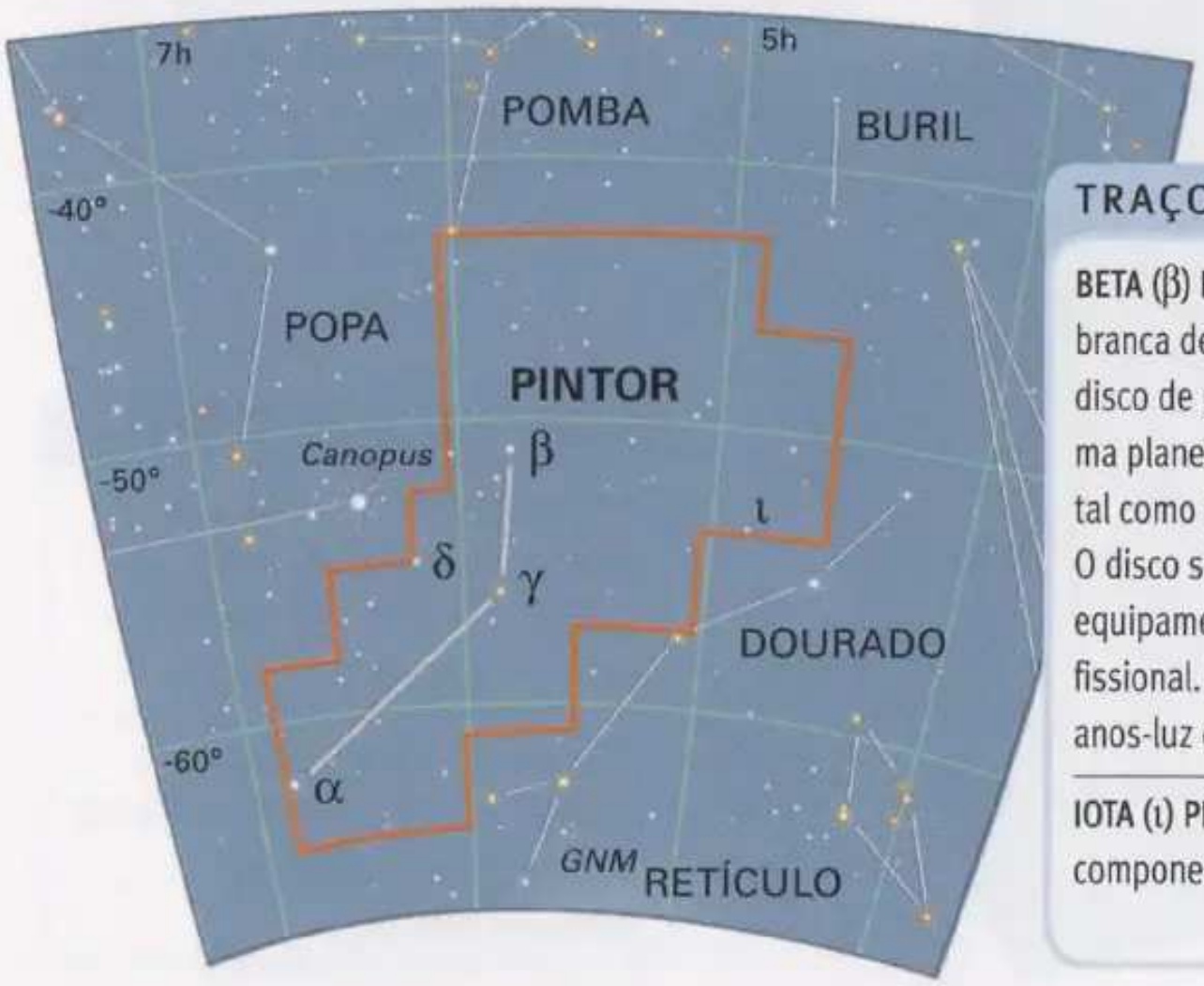
Pintor Pictoris (Pic)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 59ª **TT VISIV** 26°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Pálida constelação no céu austral, adjacente a Quilha e Popa, introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille. Ele a imaginou como o cavalete de um pintor e chamou-a *Equuleus Pictoris*, nome mais tarde

de um pintor e chamou-a *Equuleus Pictoris*, nome mais tarde abreviado.



TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) PICTORIS Estrela azul-branca de 4ª magnitude cercada por um disco de poeira e gás. Parece ser um sistema planetário em processo de formação, tal como o nosso surgiu em torno do Sol. O disco só pode ser bem visualizado com equipamento especial em telescópio profissional. Beta Pictoris está localizada a 63 anos-luz de nós.

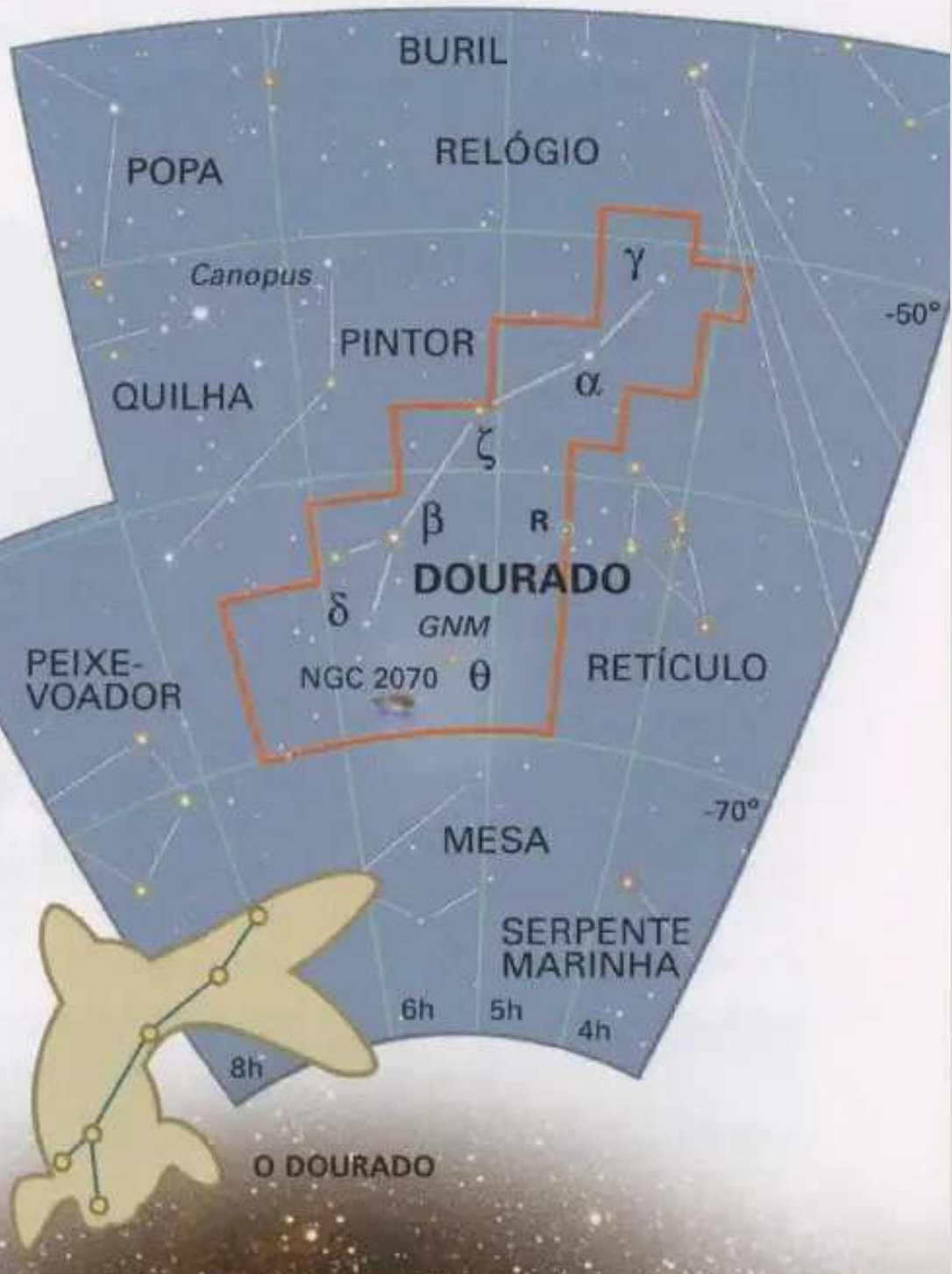
IOTA (ι) PICTORIS Estrela dupla com componentes de 6ª magnitude.

Dourado Doradus (Dor)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 72ª **TT VISIV** 20°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Dourado contém a maior parte da Grande Nuvem de Magalhães (uma minigaláxia próxima), embora um pouco dela penetre em Mesa, além do limite sul da constelação. Introduzida no final do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman, representa o peixe dourado, de águas tropicais. A constelação foi também descrita como peixe-espada.



TRAÇOS DE INTERESSE

BETA (β) DORADUS Brilhante variável cefeida que varia entre magnitudes 3,5 e 4,1 a cada 9,8 dias.

R DORADUS Gigante vermelha que varia erraticamente entre 5ª e 6ª magnitudes em períodos de cerca de 11 meses.

NGC 2070 (NEBULOSA DA TARÂNTULA) O mais notável objeto na Grande Nuvem de Magalhães, visível a olho nu. Com binóculo e telescópio pequeno, vê-se em seu cerne um aglomerado de estrelas recém-nascidas. A supernova 1987A, a primeira visível a olho nu em quase 400 anos, explodiu perto desta nebulosa.

GRANDE NUVEM DE MAGALHÃES (GNM) 👁 🔭 Galáxia satélite da nossa, a cerca de 170 mil anos-luz de nós. Tem cerca de 12 vezes o diâmetro da Lua cheia e à primeira vista parece um pedaço desprendido da Via Láctea. Binóculo e telescópio pequeno revelam muitos aglomerados estelares e manchas de nebulosas dentro dela. Tem o nome do chefe da primeira expedição a circunavegar a Terra, mas parece ter sido mencionada pela primeira vez por Al-Sufi, astrônomo árabe do séc.X.

NEBULOSA DA TARÂNTULA
Os anéis de gás revelados por fotografias na nebulosa da Tarântula lembram as patas de uma aranha, daí seu nome popular.

Peixe-Voador Volantis (Vol)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 76ª **TT VISIV** 14°N–90°S

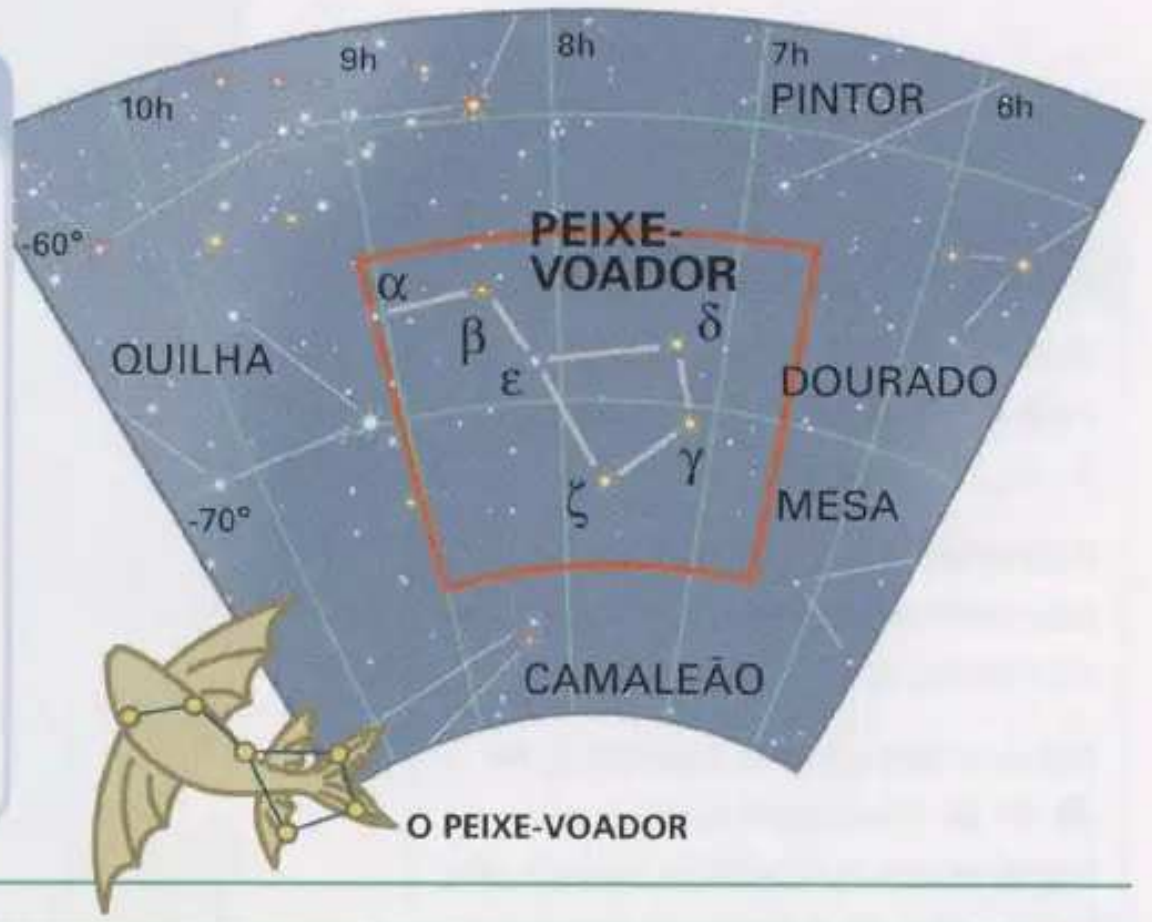
HEMISFÉRIO SUL

Esta pequena e fraca constelação entre Quilha e a Grande Nuvem de Magalhães foi introduzida no fim do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman, sob o nome Piscis Volans, o Peixe-Voador. Representa o peixe tropical que plana no ar com as nadadeiras esticadas e causou grande impressão nos primeiros exploradores europeus. Embora se situe na borda da Via Láctea, Peixe-Voador é surpreendentemente desprovida de objetos do céu profundo.

TRAÇOS DE INTERESSE

GAMA (γ) VOLANTIS 🔭 Estrela laranja de 4ª magnitude com companheira amarela de 6ª, visível com telescópio pequeno, formando uma dupla de belo colorido.

ÉPSILON (ε) VOLANTIS 🔭 Outra dupla para ser vista com telescópio pequeno, embora menos colorida que Gama Volantis. Reúne estrelas de 4ª e 7ª magnitudes.



O PEIXE-VOADOR

Mesa Mensae (Men)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 75ª TT VISIV 5°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

A menos brilhante das 88 constelações, situada na região do polo sul celeste. Sua estrela mais brilhante, Alfa (α) Mensae, tem magnitude 5,1. Seu principal ponto de interesse é a parte da Grande Nuvem de Magalhães que se sobrepõe a ela a partir da vizinha Dourado. Introduzida no séc.XVIII pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille, homenageia a montanha da Mesa, perto da Cidade do Cabo, na África do Sul, de onde observou as estrelas austrais. A aparência diáfana da GNM lhe lembrou a nuvem vista por vezes sobre a montanha da Mesa real.

GRANDE NUVEM DE MAGALHÃES
Riquíssima em gás e poeira, esta galáxia irregular que orbita a nossa tem muitas regiões de intensa formação de estrelas.

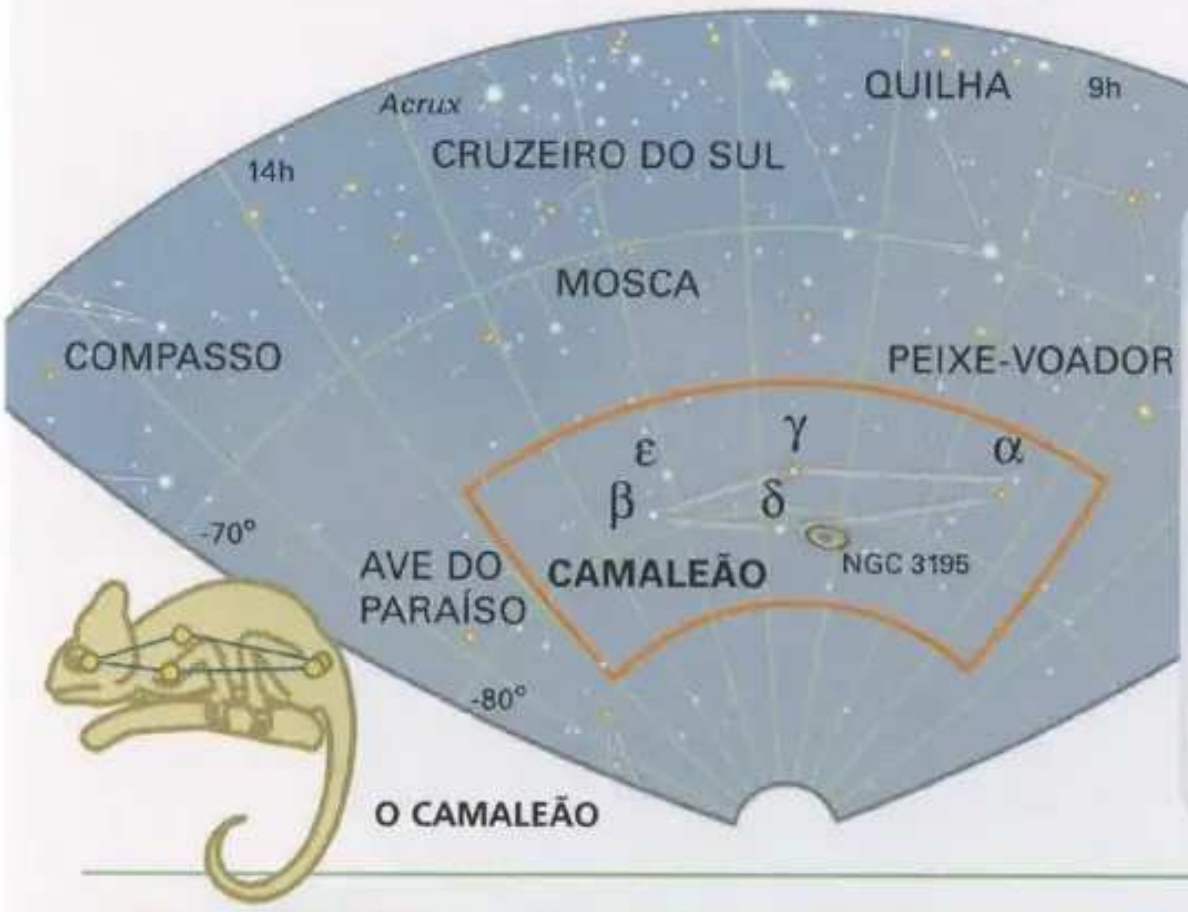
A MESA

Camaleão Chamaeleontis (Cha)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 79ª TT VISIV 7°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Pequena e fraca constelação da região do polo sul celeste, tem o nome do animal que pode mudar de cor para se confundir com o ambiente. Foi introduzida no fim do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman. Em algumas cartas antigas, aparecia de língua esticada para pegar a vizinha Mosca, outra criação de Keyser e Houtman.



O CAMALEÃO

TRAÇOS DE INTERESSE

DELTA (δ) CHAMAELEONTIS
Par de estrelas bem separadas não relacionadas de 4ª e 5ª magnitudes, facilmente visto com binóculo.

NGC 3195 Nebulosa planetária de tamanho similar ao de Júpiter; relativamente brilhante, requer telescópio de tamanho regular para ser vista.

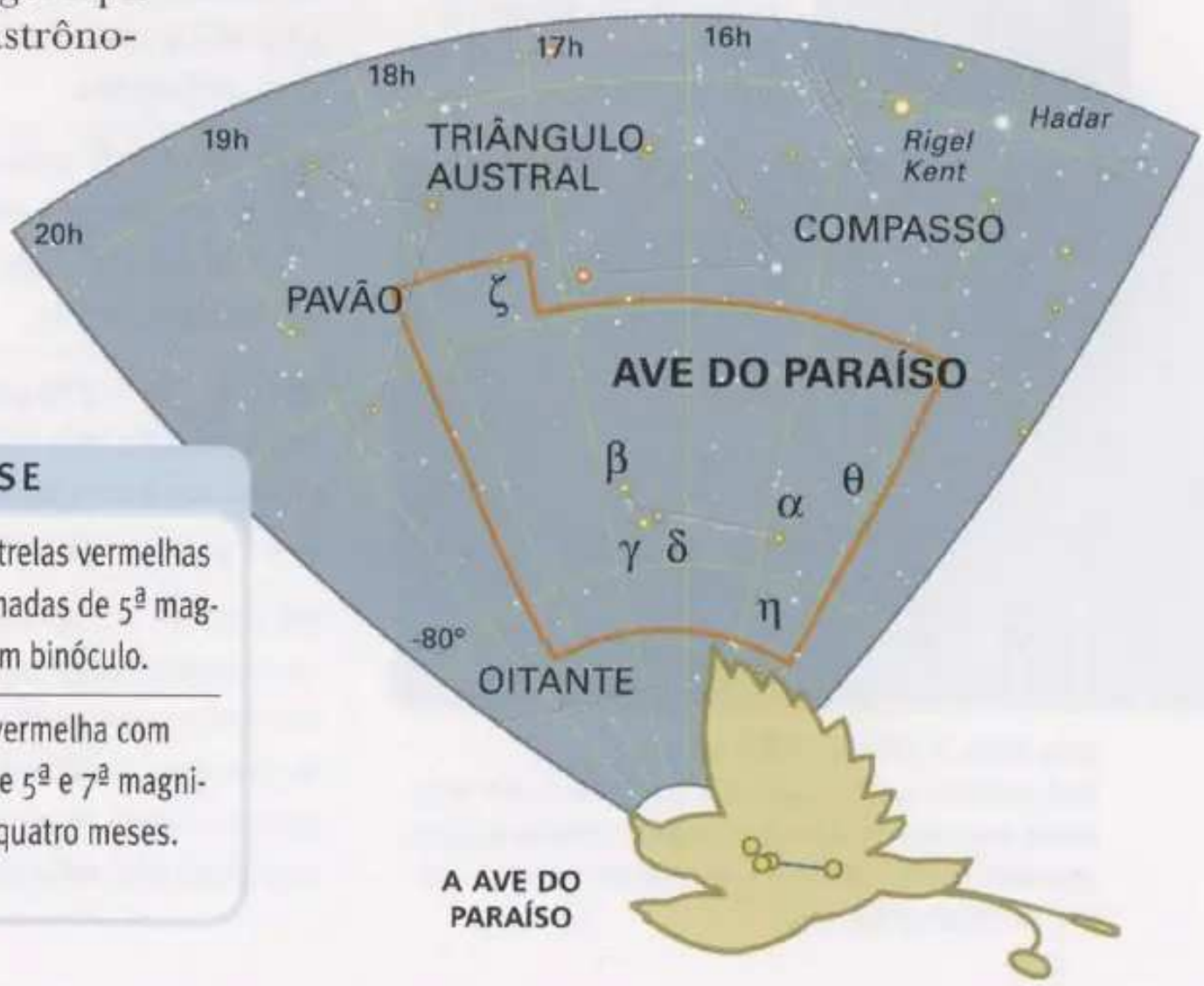
Ave do Paraíso Apodis (Aps)

Ave do Paraíso Apodis (Aps)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 67ª TT VISIV 7°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Situada na região de parco interesse em torno do polo sul celeste, representa uma ave do paraíso. É uma das figuras introduzidas no fim do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman, mas é um tributo decepcionante a uma família tão exótica de aves. O cartógrafo holandês Petrus Plancius a introduziu no globo celeste em 1598 como "Paradysvogel Apis Indica". Em obras de astrônomos dos sécs.XVII e XVIII é muitas vezes chamada *Apis Indica* ou simplesmente *Avis Indica* (ave indiana).



TRAÇOS DE INTERESSE

DELTA (δ) APODIS Par de estrelas vermelhas gigantes separadas não relacionadas de 5ª magnitude. Facilmente separável com binóculo.

THETA (θ) APODIS Gigante vermelha com variação um tanto irregular entre 5ª e 7ª magnitudes em períodos de cerca de quatro meses.

Pavão Pavonis (Pav)

LARG PROFUND POSIÇ/TAM 44ª TT VISIV 15°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

Pavão é uma das constelações do extremo sul introduzidas no final do séc.XVI pelos navegadores-astrônomos holandeses Pieter Dirkszoon Keyser e Frederick de Houtman. Representa o pavão do sudeste da Ásia encontrado em suas viagens. Fica na borda da Via Láctea, junto de outra ave exótica, o tucano (a constelação Tucano). Na mitologia grega, o pavão era a ave sagrada de Hera, mulher de Zeus, que viajava pelos ares numa biga puxada por pavões.

NGC 6752
Grande e luminoso aglomerado globular, demasiado ao sul para ter aparecido na lista de Messier, é uma excelente visão com qualquer abertura.

GALÁXIA ESPIRAL NGC 6744
Bela galáxia espiral barrada detectável com telescópio amador de tamanho regular. Nossa galáxia, provavelmente também uma espiral barrada, talvez se assemelhe a ela.

TRAÇOS DE INTERESSE

KAPPA (κ) PAVONIS Uma das variáveis cefeidas mais brilhantes. Sua variação entre as magnitudes 3,9 e 4,8 a cada 9,1 dias pode ser facilmente seguida a olho nu e com binóculo.

XI (ξ) PAVONIS Estrela dupla com componentes de 4ª e 8ª magnitudes. A estrela mais débil é pouco visível com aberturas pequenas porque é ofuscada pela vizinha mais brilhante.

NGC 6744 Grande galáxia espiral barrada praticamente de frente para nós, visível como um nevoeiro elíptico com telescópio de abertura pequena a regular. Está a 30 milhões de anos-luz de nós.

NGC 6752 Um dos maiores e mais brilhantes aglomerados globulares, no limite da visibilidade a olho nu e facilmente encontrado com binóculo. Cobre metade da largura aparente da Lua cheia. Telescópios com abertura mínima de 75mm distinguem suas estrelas individuais mais brilhantes.

Oitante Octantis (Oct)

LARG **PROFUND** **POSIÇ/TAM** 50ª **TT VISIV** 0°N–90°S

HEMISFÉRIO SUL

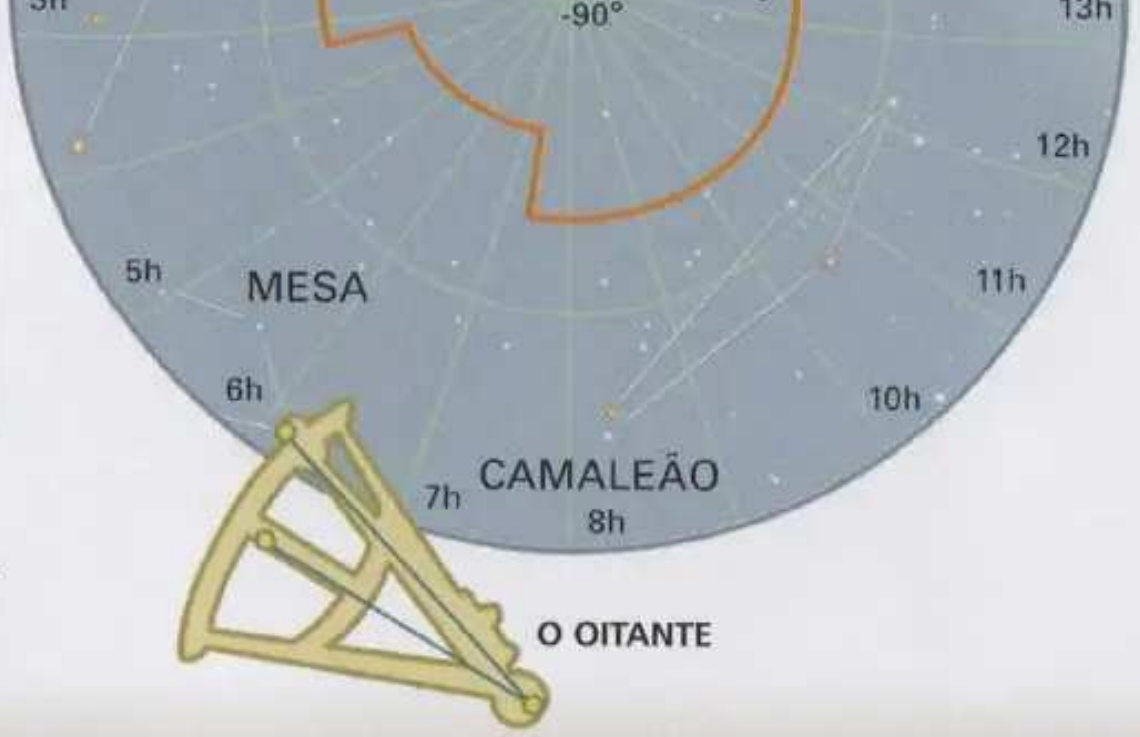
É a constelação no polo sul celeste introduzida no séc.XVI pelo astrônomo francês Nicolas Louis de Lacaille. Representa o instrumento náutico oitante, um predecessor do sextante. O oitante foi inventado em 1731 pelo fabricante de instrumentos inglês John Hadley. Esta área do céu é muito desprovida, sem qualquer estrela brilhante que marque a posição do polo, como Polaris faz no hemisfério norte. Em consequência da precessão (ver p.133) as posições dos polos celestes mudam constantemente e o polo sul celeste move-se atualmente em direção a Camaleão.

TRAÇOS DE INTERESSE

LAMBDA (λ) OCTANTIS Estrela dupla separável com telescópio pequeno. As componentes são de 5ª e 7ª magnitudes.

SIGMA (σ) OCTANTIS A estrela mais próxima do polo sul celeste detec-

mais próxima do polo sul celeste detectável a olho nu. Uma amarelo-branca gigante, a 270 anos-luz de nós, mas com magnitude 5,4, o que não a destaca muito. Localiza-se agora a pouco mais de um grau a partir do polo celeste, mas essa distância vem crescendo em razão da precessão.



RASTROS DE ESTRELAS NO POLO SUL
Estrelas giram em torno do polo sul celeste nesta fotografia de longa exposição feita da Austrália. Não há nenhuma estrela brilhante perto do polo.

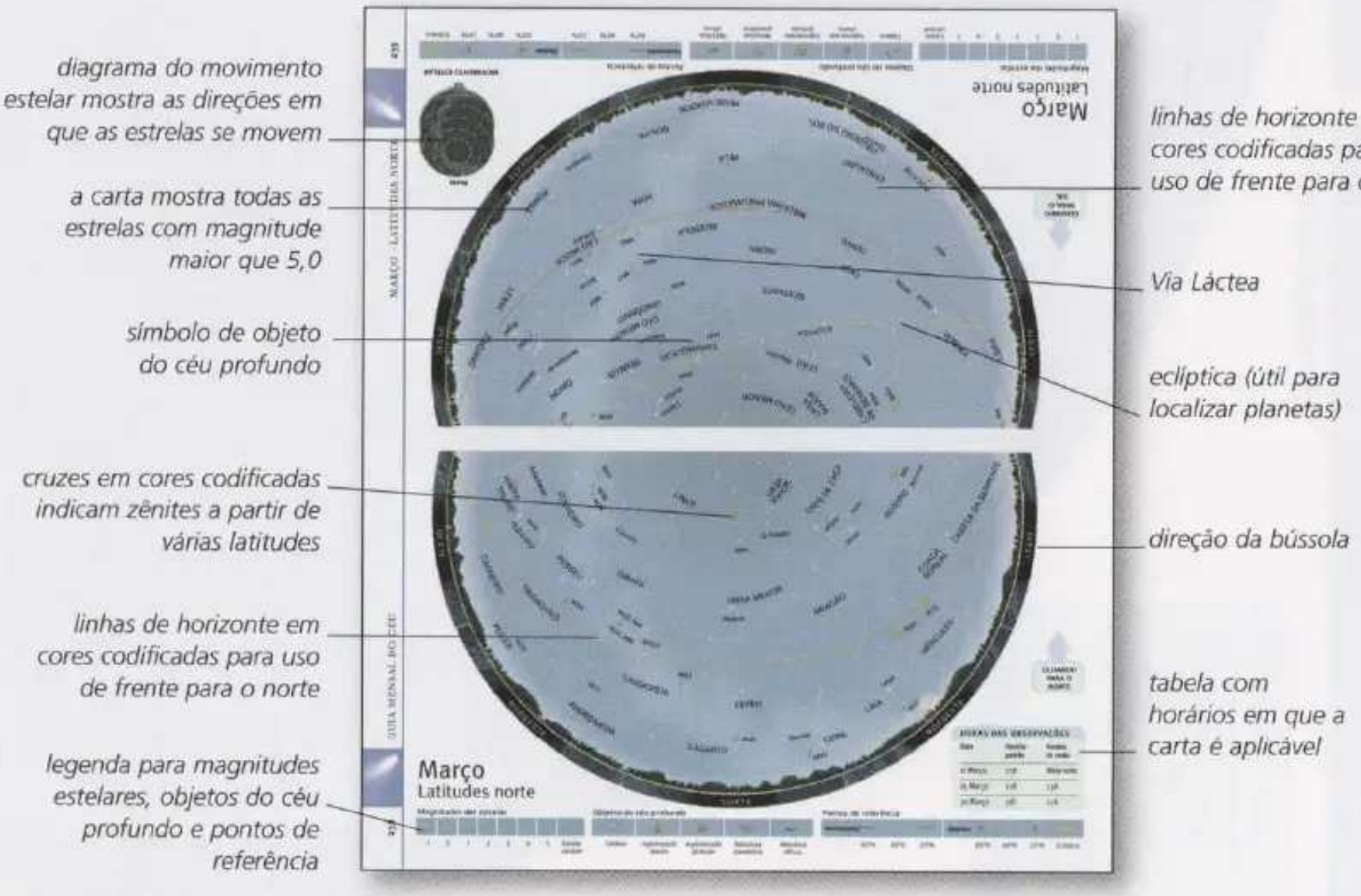
Guia mensal do céu

As cartas nas páginas seguintes mostram as estrelas como aparecem a cada mês, por volta das 22h, tal como vistas de várias latitudes nos hemisférios norte e sul. Três horizontes estão marcados em cada carta, tornando-as usáveis na maior parte do mundo habitado. Um objeto brilhante que não esteja nas cartas será um dos planetas, que mudam de posição de noite para noite. Uma diferença de poucos graus em latitude terá pouco efeito sobre as estrelas que você pode ver.

CADA CARTA MENSAL é uma representação do céu, com o horizonte

em torno da borda e o zênite (o ponto exatamente sobre a cabeça) no meio. Se você está voltado para o norte, segure a página de modo que o dístico NORTE na borda da carta fique embaixo. Se estiver voltado para qualquer outra direção, segure a carta de maneira que o dístico a ela referente fique embaixo. As estrelas visíveis no céu noturno dependem de sua latitude na Terra.

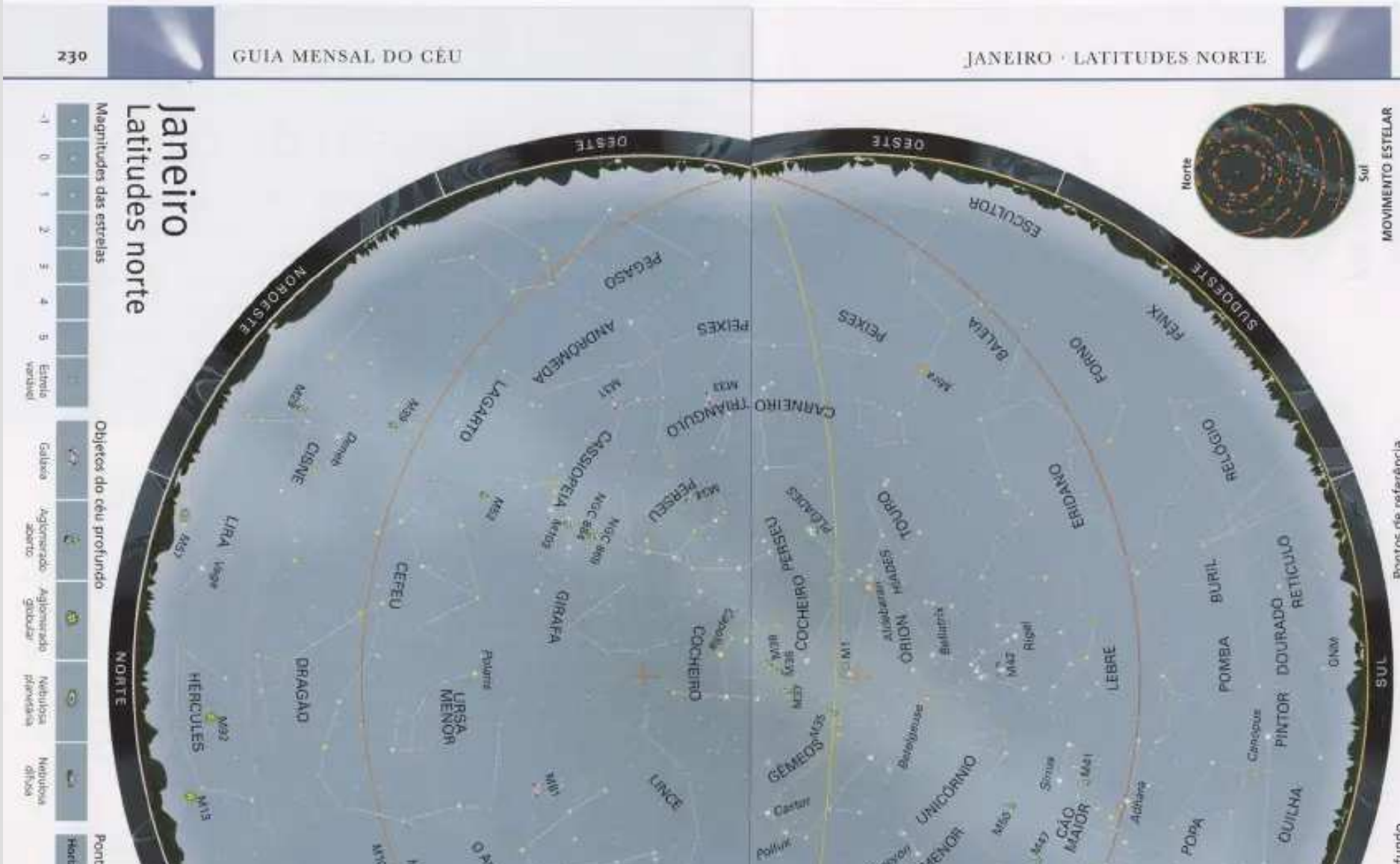
ENCONTRE SUA LATITUDE
Marque sua posição na Terra no mapa acima e encontre a latitude mais próxima do lugar onde vive. As linhas de horizonte codificadas por cor em cada carta correspondem às linhas de latitude mostradas acima. Os horizontes variam de 60° norte a 40° sul.



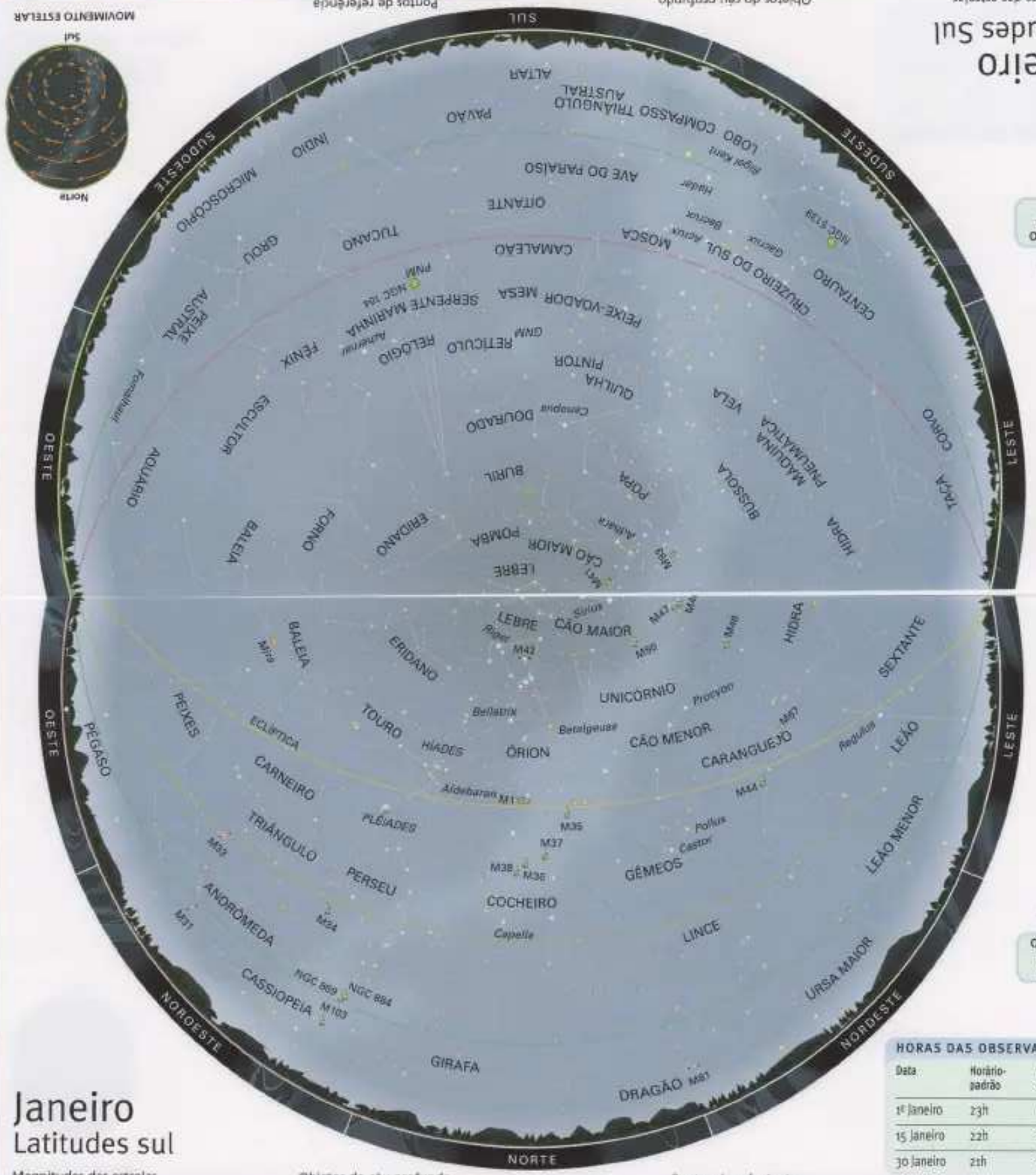
PLÊIADES
Entre as mais belas visões no céu estão as Plêiades, aglomerado estelar em Touro, bem observável de novembro a março. A débil nebulosidade em volta das estrelas só é visível em fotografias.

CARTAS DE TODO O CÉU
Cada carta mostra o céu como aparece às 22h no meio do mês. O céu parecerá igual às 23h no começo do mês e às 21h no fim. Acrescente uma hora quando o horário de verão estiver em vigor.

Janeiro
Latitudes norte



Janeiro
Latitudes sul



OLHANDO PARA O SUL

OLHANDO PARA O NORTE

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Janeiro	23h	Meia-noite
15 Janeiro	22h	23h
30 Janeiro	21h	22h

Janeiro
Latitudes norte

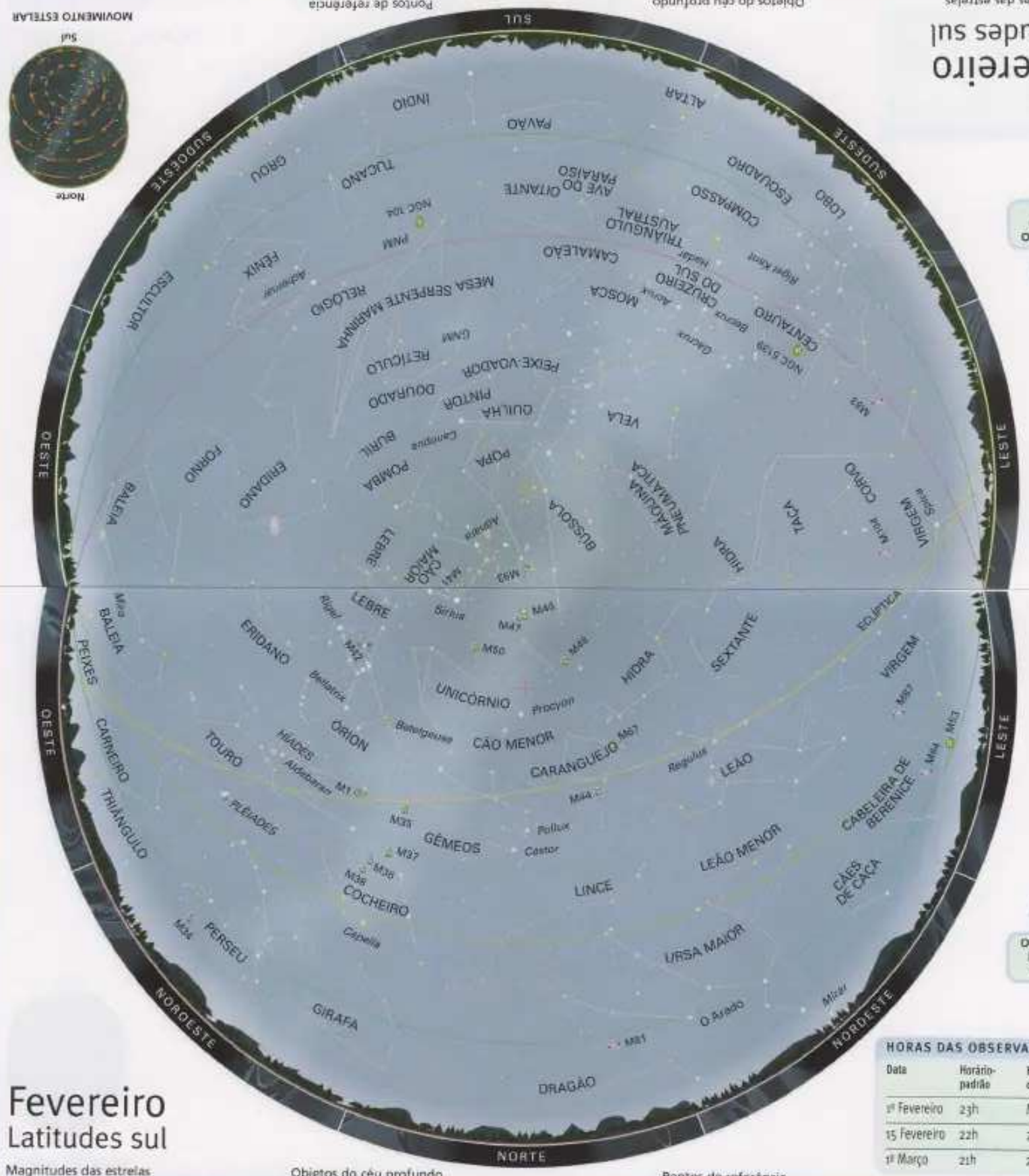
OLHANDO PARA O NORTE

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Janeiro	23h	Meia-noite
15 Janeiro	22h	23h
30 Janeiro	21h	22h

Fevereiro
Latitudes norte

Fevereiro
Latitudes sul


SUL
SUDOESTE
LESTE
OESTE
NORDESTE
NORTE
OLHANDO PARA O SUL
OLHANDO PARA O NORTE
ALTAR
PAVÃO
INDIO
TUCANO
GRUS
ESCULTOR
FORNO
BALEIA
ERIDANO
FÊNIX
MESA SERPENTE MARINHA
RELÓGIO
RETÍCULO
GMM
PEIXE-VOADOR
DOURADO
BURIL
PINTOR
POMBA
CAMPOSE
POPA
QUILHA
VELA
MACUNAÍMA
PEIXE AUSTRAL
BÚSSOLA
HIDRA
TAÇA
CORVO
VIRGEM
ESCUDO
COMPASSO
AVE DO OITANTE
PARAÍSO
TRIÂNGULO AUSTRAL
CAMALEÃO
MOSCA
CRUZEIRO DO SUL
CENTAURO
LOBO
NGC 5139
Omega Centauri
Acrux
Beta Crucis
Hadar
Alpha Arae
M22
M7
M6
M80
M4
Antares
Rigel Kentaurus
Alpha Centauri
Rigil Kentaurus
Toliman
Shaula
Lesath
Kaus Australis
Sargas
Nunki
Ascella
Kaus Media
Kaus Borealis
Alnair
Peacock
Dschubba
Acrab
Graffias
Fuhrmann
Wezen
Aludra
Adhara
Sirius
Mirzam
Canopus
Rapella
Naos
Suhail
Avior
Miaplacidus
Alphard
Regulus
Algieba
Denebola
Zosma
Chertan
Phecda
Megrez
Alioth
Mizar
Alkaid
Dubhe
Merak
Phad
Alcor
Polaris
Kochab
Pherkad
Yildun
Alpherat
Algenib
Markab
Scheat
Enif
Sadalmelik
Sadalsuud
Deneb Algedi
Nashira
Dabih
Albireo
Rukbat
Arkab Prior
Arkab Posterior
Kaus Meridionalis
Nunki
Ascella
Kaus Media
Kaus Borealis
Vega
Sheliak
Sulafat
Altair
Tarazed
Alshain
Deneb
Sadr
Gienah
Aquila
Alderamin
Cassiopeia
Schedar
Caph
Navi
Ruchbah
Segin
Algol
Mirfak
Alpheratz

Março
Latitudes sul

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

Horizontes: 0° 20°S 40°S

Zênites: 0° 20°S 40°S Eclíptica

OLHANDO PARA O SUL

MOVIMENTO ESTELAR

Norte

Sul

Pontos de referência

Horizontes: 60°S 40°S 20°S

Zênites: 60°S 40°S 20°S Eclíptica

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

OESTE LESTE SUDOESTE SUL NOROESTE NORTE

TELESCÓPIO ÍNDIO PAVÃO OITANTE TUCANO FÊNIX ALTAR TRIÂNGULO AUSTRAL ESCORPIÃO ESCULTOR ESQUADRO COMPASSO AVE DO PARAÍSO CAMALEÃO MESA SERPENTE MARINHA RELÓGIO FORNO ERÍDANO PEIXE VOADOR GRUS RETÍCULO DOURADO PINTOR POMBA LEBRE QUILHA POPA VELA MAQUINA PNEUMÁTICA CENTAURO CRUZEIRO DO SUL HIDRA CORVO LOBO LIBRA ESCORPIÃO ESCULTOR ESQUADRO COMPASSO AVE DO PARAÍSO CAMALEÃO MESA SERPENTE MARINHA RELÓGIO FORNO ERÍDANO PEIXE VOADOR GRUS RETÍCULO DOURADO PINTOR POMBA LEBRE QUILHA POPA VELA MAQUINA PNEUMÁTICA CENTAURO CRUZEIRO DO SUL HIDRA CORVO VIRGEM SEXTANTE TAÇA ECLÍPTICA LIBRA UNICÓRNIO CÃO MENOR CARANGUEJO LEÃO CABELEIRA DE BERENICE CÃES DE CAÇA BOIEIRO ORION TOURO PLÉIADES PERSEU COCHEIRO GÊMEOS LEÃO MENOR LINCE URSA MAIOR O Arado DRAGÃO GIRAFA CEFEU CISNE

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Março	23h	Meia-noite
15 Março	22h	23h
30 Março	21h	22h

Abril
Latitudes norte

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia

Pontos de referência

Horizontes: 60°N 40°N 20°N

Zênites: 60°N 40°N 20°N Eclíptica

OLHANDO PARA O NORTE

MOVIMENTO ESTELAR

Norte

Sul

Pontos de referência

Horizontes: 60°N 40°N 20°N

Zênites: 60°N 40°N 20°N Eclíptica

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

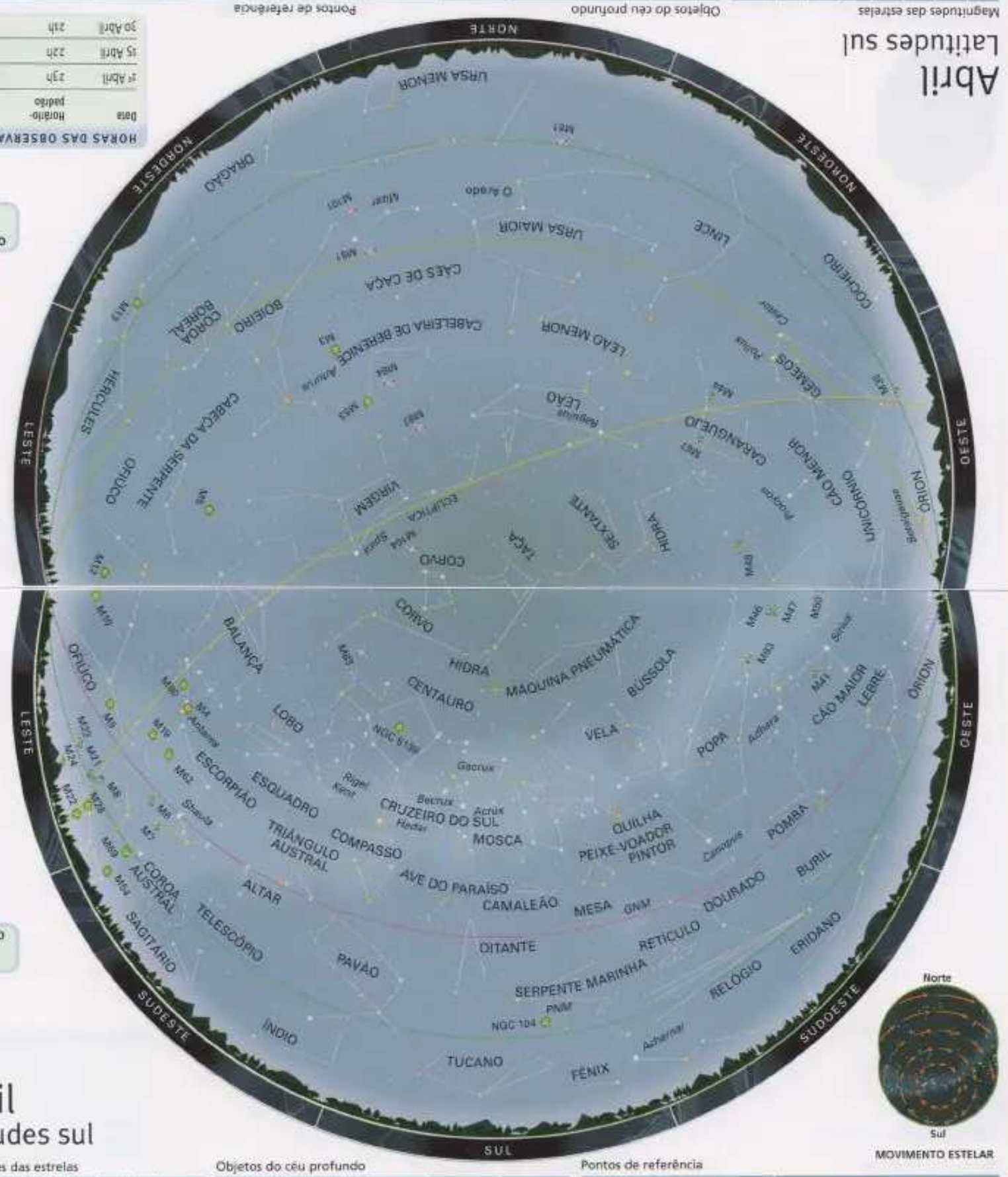
OESTE LESTE SUDOESTE SUL NOROESTE NORTE

BÚSSOLA POPA CÃO MAIOR UNICÓRNIO CÃO MENOR GÊMEOS CARANGUEJO LEÃO MENOR CABELEIRA DE BERENICE CÃES DE CAÇA BOIEIRO ORION TOURO PLÉIADES PERSEU COCHEIRO GIRAFA TRIÂNGULO LINCE URSA MAIOR CABEÇA DA SERPENTE CORVO HIDRA SEXTANTE TAÇA ECLÍPTICA VIRGEM LIBRA LOBO ESCORPIÃO ESCULTOR ESQUADRO COMPASSO AVE DO PARAÍSO CAMALEÃO MESA SERPENTE MARINHA RELÓGIO FORNO ERÍDANO PEIXE VOADOR GRUS RETÍCULO DOURADO PINTOR POMBA LEBRE QUILHA POPA VELA MAQUINA PNEUMÁTICA CENTAURO CRUZEIRO DO SUL HIDRA CORVO VIRGEM SEXTANTE TAÇA ECLÍPTICA LIBRA UNICÓRNIO CÃO MENOR CARANGUEJO LEÃO CABELEIRA DE BERENICE CÃES DE CAÇA BOIEIRO ORION TOURO PLÉIADES PERSEU COCHEIRO GÊMEOS LEÃO MENOR LINCE URSA MAIOR O Arado DRAGÃO GIRAFA CEFEU CISNE

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Março	23h	Meia-noite
15 Março	22h	23h
30 Março	21h	22h

Abril
Latitudes sul



Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

Horizontes: 60°S 40°S 20°S

Zênites: 60°S 40°S 20°S Eclíptica

MOVIMENTO ESTELAR

Maio
Latitudes norte

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

Horizontes: 60°N 40°N 20°N Eclíptica

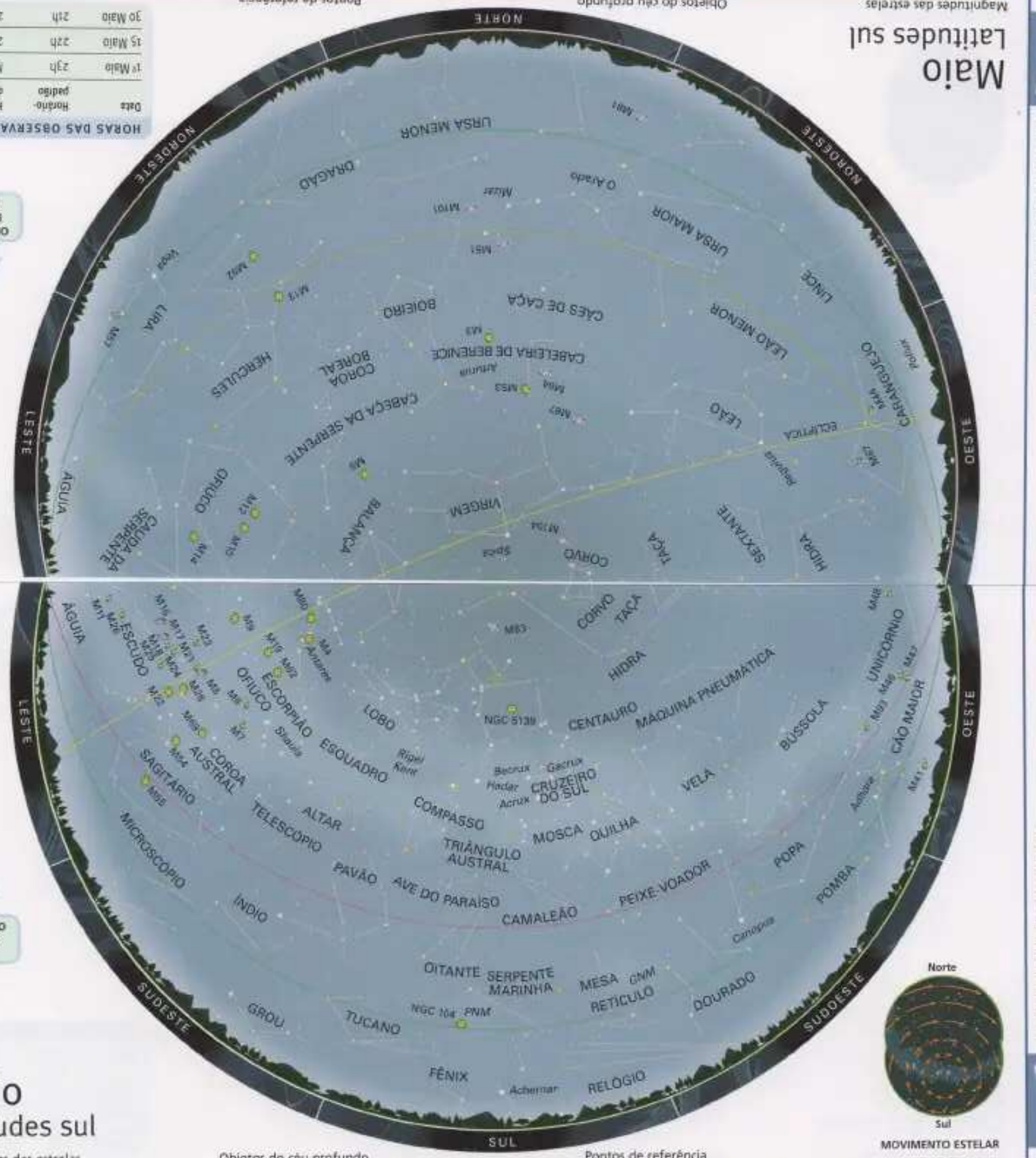
Zênites: 60°N 40°N 20°N

Data	Horário padrão	Hora(s) de verão
1º Abril	23h	Meia-noite
15 Abril	22h	23h
30 Abril	21h	22h

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

MOVIMENTO ESTELAR

Maio
Latitudes sul



OLHANDO PARA O SUL

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário padrão	Horário de verão
1º Maio	23h	Meia-noite
15 Maio	22h	23h
30 Maio	21h	22h

Pontos de referência: Horizontes, Zênites, 60°S, 40°S, 20°S, 0°, 20°S, 40°S, Eclíptica

Objetos do céu profundo: Galáxia, Aglomerado aberto, Aglomerado globular, Nebulosa planetária, Nebulosa difusa

Magnitudes das estrelas: -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, Estrela variável

Norte

Sul

MOVIMENTO ESTELAR

Junho
Latitudes n

MOVIMENTO ESTELAR

Ecliptica

OLHANDO PARA O NORTE

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário padrão	Horário de verão
1º Maio	23h	Meia-noite
15 Maio	22h	23h
30 Maio	21h	22h

Pontos de referência: Horizontes, Zênites, 60°N, 40°N, 20°N, Eclíptica

Objetos do céu profundo: Galáxia, Aglomerado aberto, Aglomerado globular, Nebulosa planetária, Nebulosa difusa

Magnitudes das estrelas: -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, Estrela variável

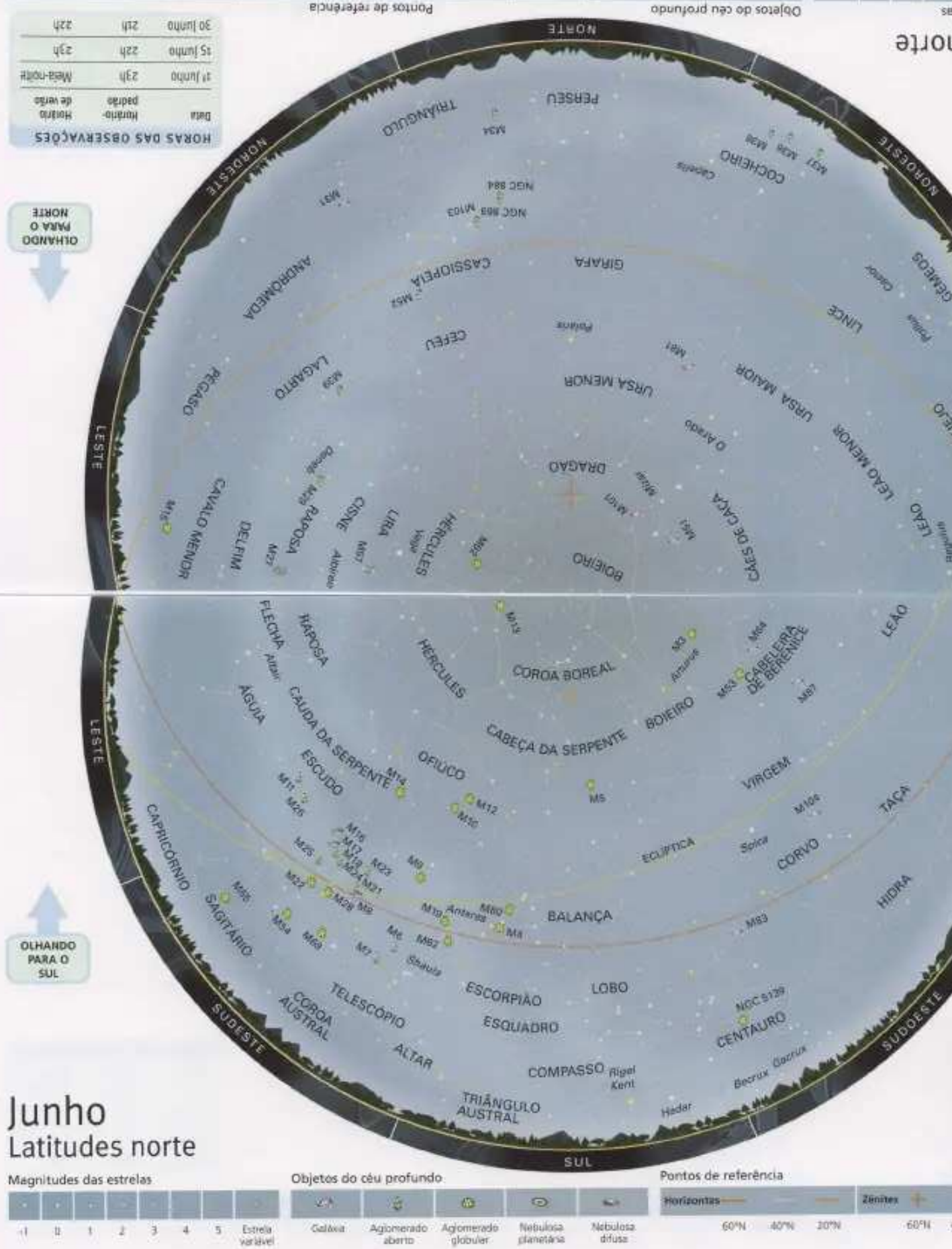
Maio
Latitudes norte

OLHANDO PARA O SUL

Pontos de referência: Horizontes, Zênites, 60°N, 40°N, 20°N, Eclíptica

Objetos do céu profundo: Galáxia, Aglomerado aberto, Aglomerado globular, Nebulosa planetária, Nebulosa difusa

Magnitudes das estrelas: -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, Estrela variável



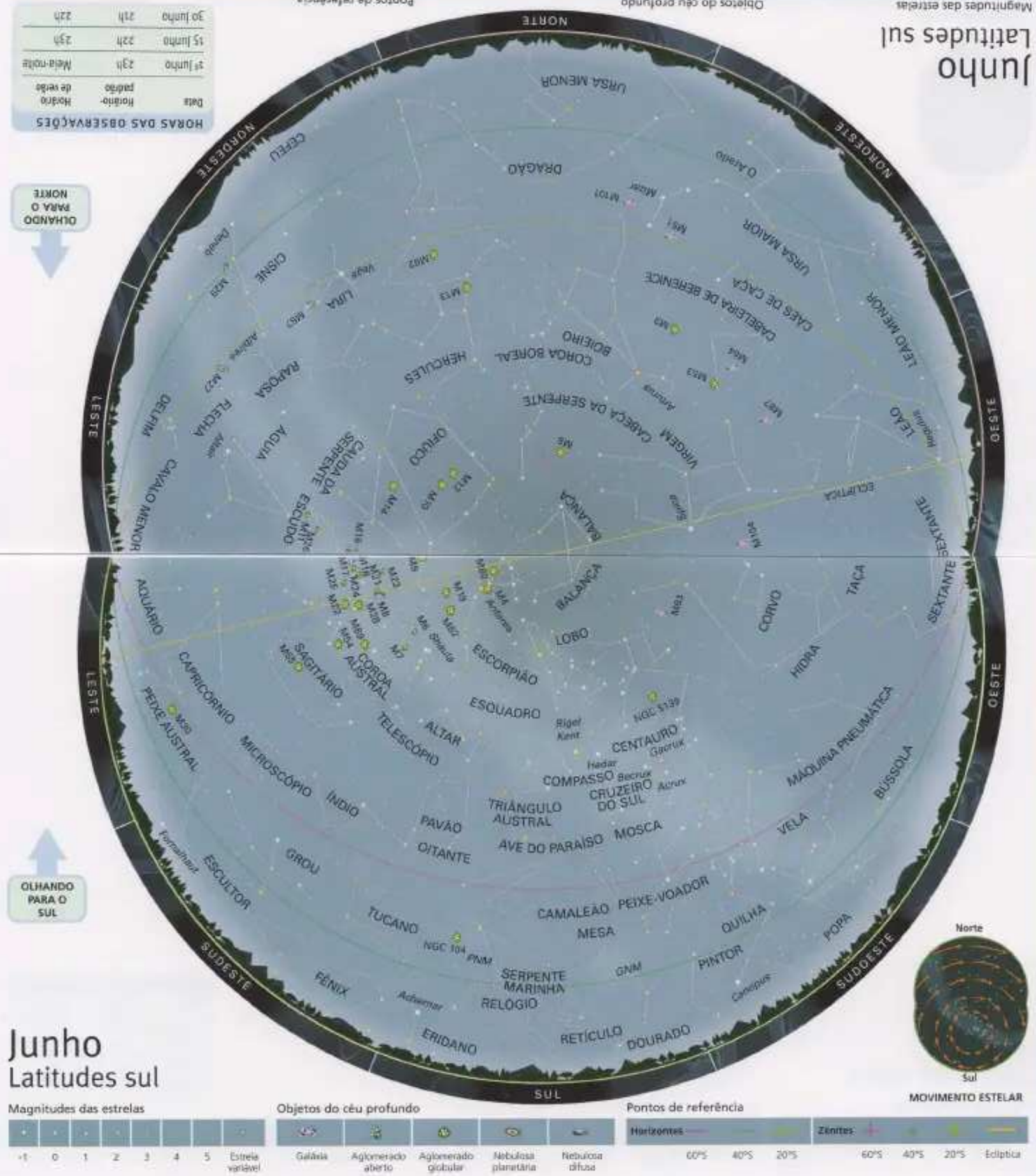
Junho
Latitudes norte

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário padrão	Horário de verão
1º junho	23h	Meia-noite
15 junho	22h	23h
30 junho	21h	22h

Pontos de referência

Objetos do céu profundo



Junho
Latitudes sul

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário padrão	Horário de verão
1º junho	23h	Meia-noite
15 junho	22h	23h
30 junho	21h	22h

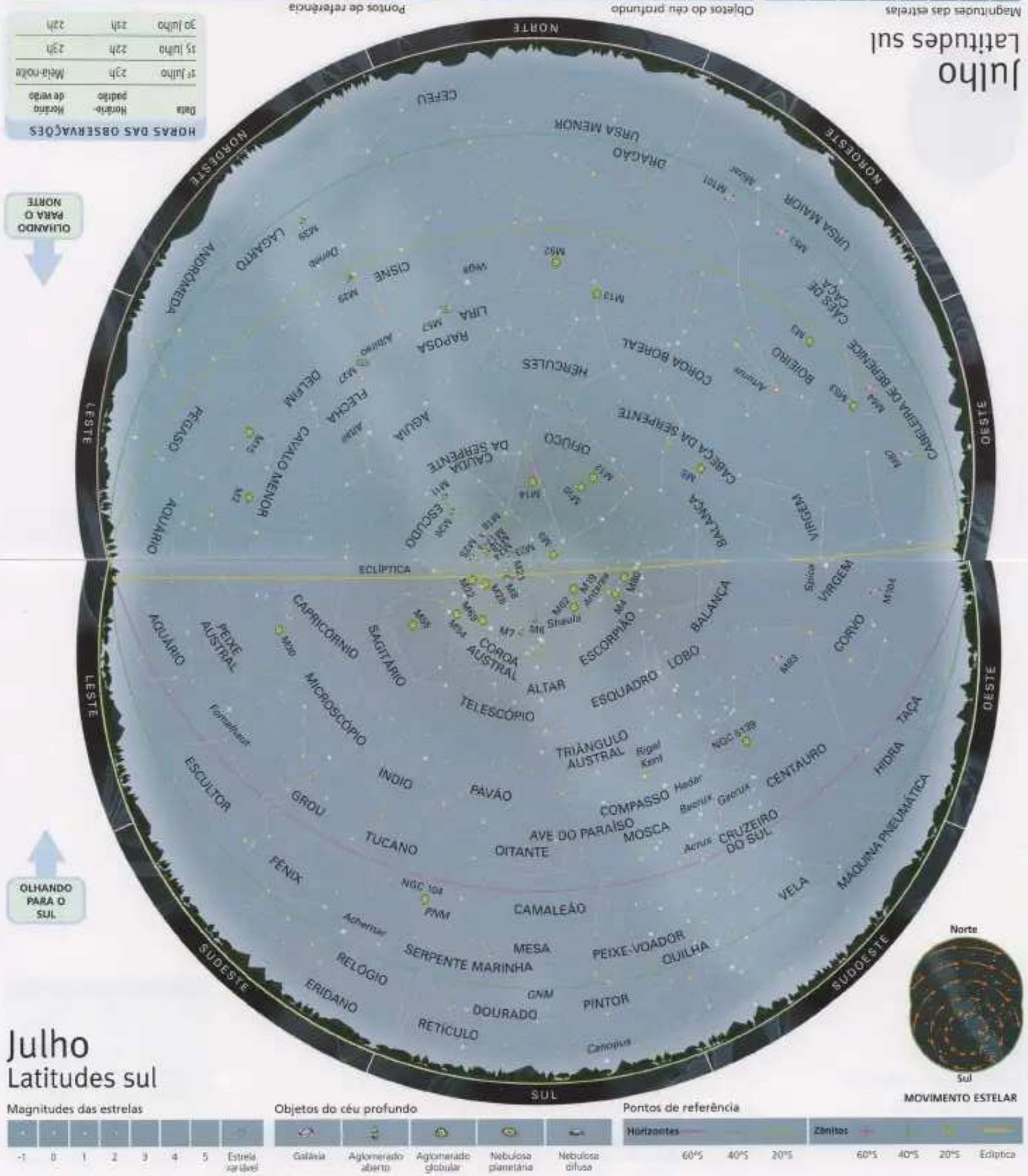
Pontos de referência

Objetos do céu profundo

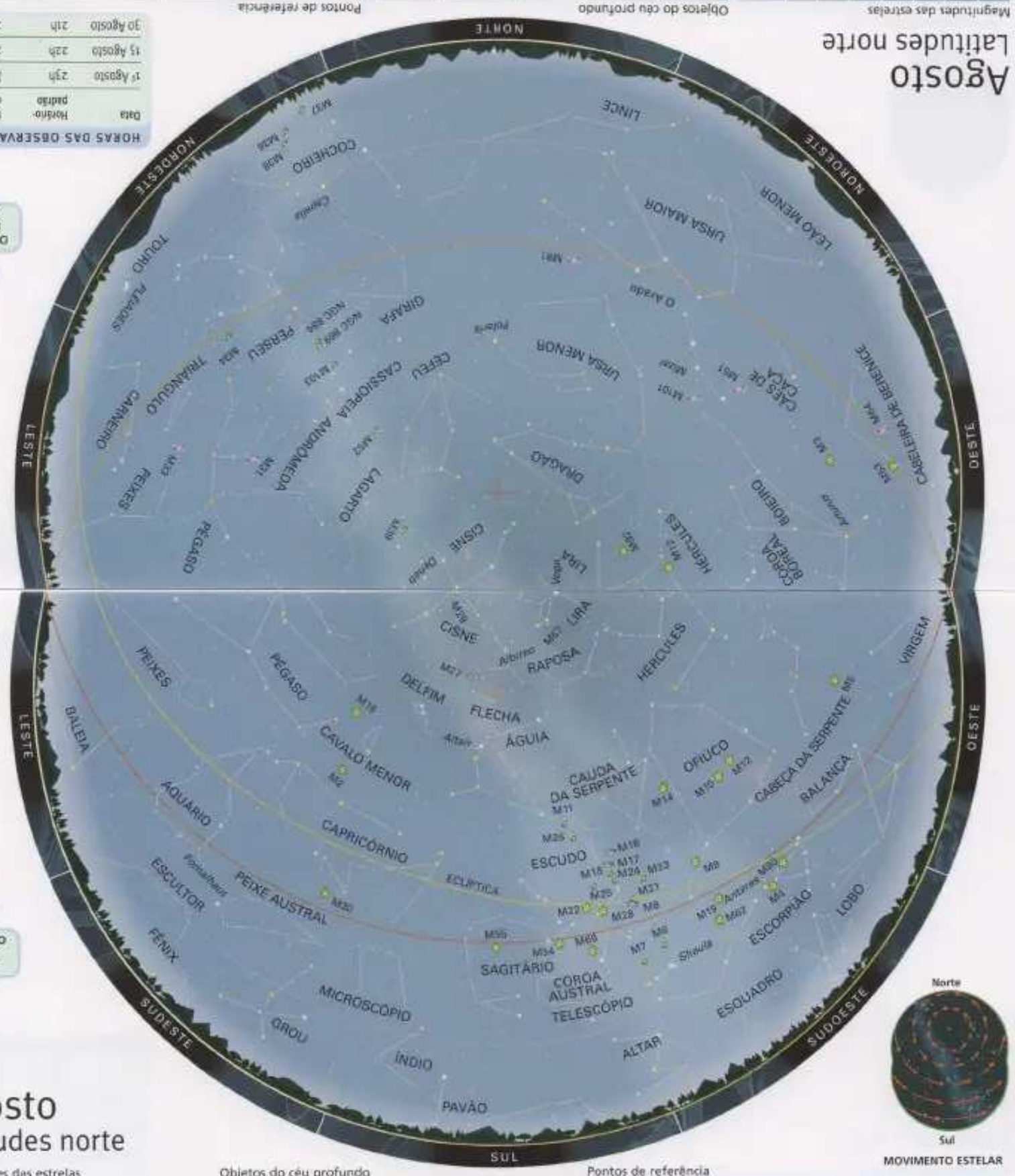
Magnitudes das estrelas

MOVIMENTO ESTELAR

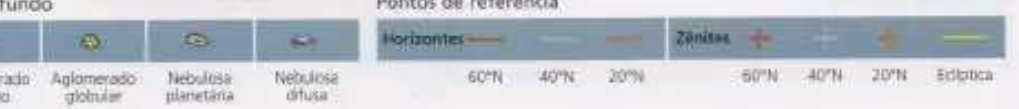
Julho
Latitudes sul


NORTE
NOROESTE
OESTE
LESTE
SUDESTE
SUDOESTE
SUL
ECLÍPTICA
OLHANDO PARA O SUL
URSA MENOR
DRACO
CEFEU
URSA MAIOR
LAGARTO
ANDRÔMEDA
CISNE
LÍRA
CÃES DE CAÇA
BOIEIRO
CABELEIRA DE BERENICE
HÉRCULES
CORÔA BOREAL
CABEÇA DA SERPENTE
VIRGEM
LEÃO
CORVO
TAÇA
HIDRA
MÁQUINA PNEUMÁTICA
CENTAURO
VELA
PINTOR
DOURADO
MESA
CAMALEÃO
PEIXE-VOADOR
OURIÇO
SERPENTE MARINHA
RELÓGIO
ERIDANO
RETÍCULO
FÊNIX
TUCANO
GRUU
ESCULTOR
ÍNDIO
PAVÃO
MICROSCÓPIO
TELESCÓPIO
ESQUADRO
ALTAR
COROA AUSTRAL
ESCORPIÃO
LOBO
BALANÇA
SAGITÁRIO
CAPRICÓRNIO
AQUÁRIO
PEIXE AUSTRAL
TRIÂNGULO AUSTRAL
COMPASSO
AVE DO PARAÍSO
MOSCA
OITANTE
CRUZEIRO DO SUL
ESCUDO
CAUDA DA SERPENTE
OFIÚCO
RAPOSA
FLECHA
ÁGUIA
CAVALO MENOR
DELFIM
PÉGASO
CISNE
LÍRA
CÃES DE CAÇA
CABELEIRA DE BERENICE
BOIEIRO
CORÔA BOREAL
HÉRCULES
CABEÇA DA SERPENTE
VIRGEM
LEÃO
CORVO
HIDRA
CENTAURO
LOBO
BALANÇA
ESQUADRO
ALTAR
TELESCÓPIO
MICROSCÓPIO
ÍNDIO
PAVÃO
CORÔA AUSTRAL
SAGITÁRIO
CAPRICÓRNIO
AQUÁRIO
PEIXE AUSTRAL
ESCUDO
CAUDA DA SERPENTE
OFIÚCO
ÁGUIA
FLECHA
RAPOSA
DELFIM
CAVALO MENOR
PÉGASO
LAGARTO
ANDRÔMEDA
CISNE
LÍRA
CÃES DE CAÇA
BOIEIRO
CABELEIRA DE BERENICE
HÉRCULES
CORÔA BOREAL
CABEÇA DA SERPENTE
VIRGEM
LEÃO
CORVO
TAÇA
HIDRA
MÁQUINA PNEUMÁTICA
CENTAURO
VELA
PINTOR
DOURADO
MESA
CAMALEÃO
PEIXE-VOADOR
OURIÇO
SERPENTE MARINHA
RELÓGIO
ERIDANO
RETÍCULO
FÊNIX
TUCANO
GRUU
ESCULTOR
ÍNDIO
PAVÃO
MICROSCÓPIO
TELESCÓPIO
ESQUADRO
ALTAR
COROA AUSTRAL
ESCORPIÃO
LOBO
BALANÇA
SAGITÁRIO
CAPRICÓRNIO
AQUÁRIO
PEIXE AUSTRAL
TRIÂNGULO AUSTRAL
COMPASSO
AVE DO PARAÍSO
MOSCA
OITANTE
CRUZEIRO DO SUL
ESCUDO
CAUDA DA SERPENTE
OFIÚCO
RAPOSA
FLECHA
ÁGUIA
CAVALO MENOR
DELFIM

Agosto
Latitudes norte



Magnitudes das estrelas



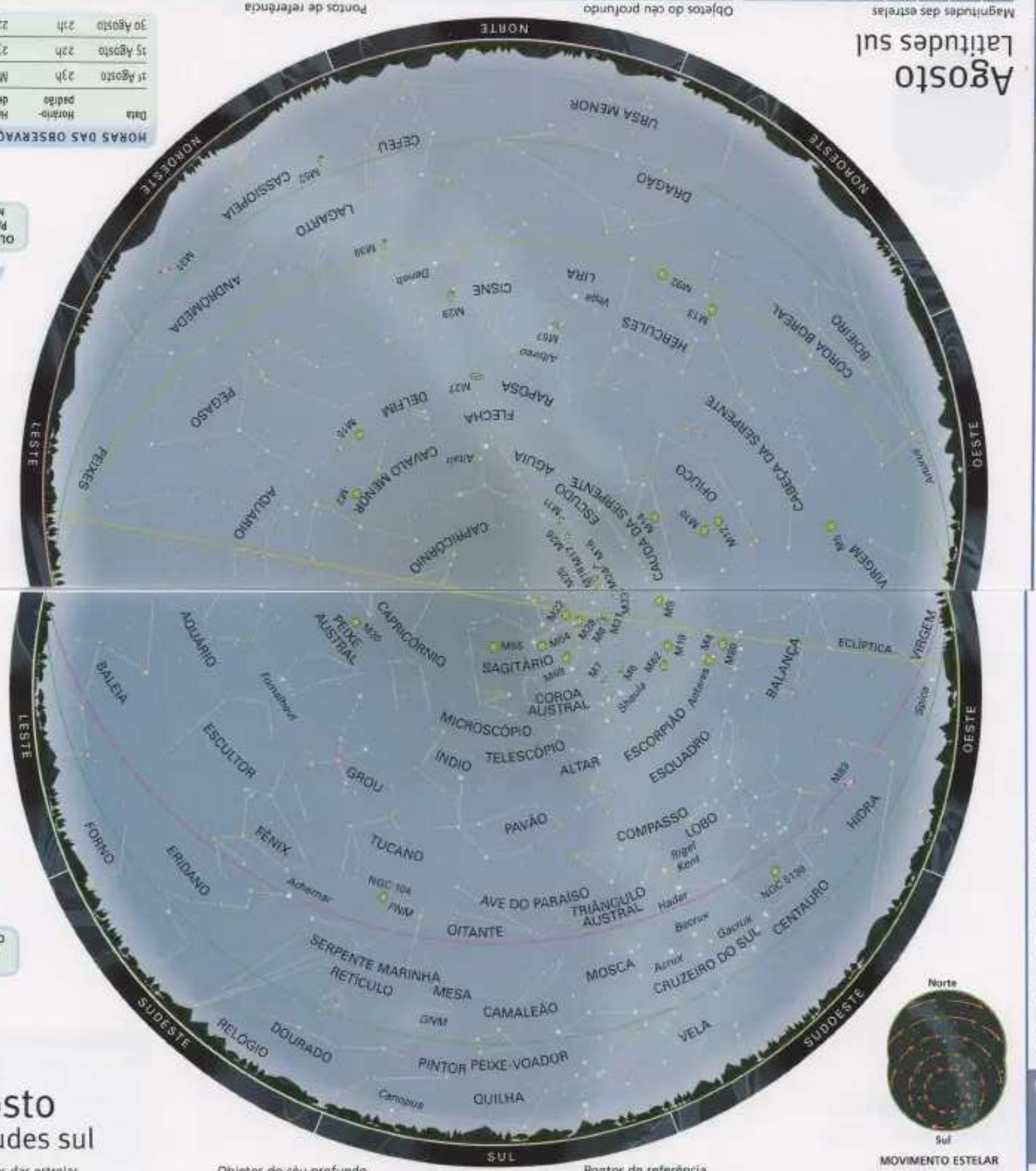
Objetos do céu profundo

Pontos de referência

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Agosto	21h	22h
15 Agosto	20h	21h
30 Agosto	19h	20h

Agosto
Latitudes sul



Magnitudes das estrelas

Objetos do céu profundo

Pontos de referência

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Agosto	23h	Meia-noite
15 Agosto	22h	23h
30 Agosto	21h	22h

Setembro
Latitudes norte

OLHANDO PARA O SUL

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

Horizontes 60°N 40°N 20°N

Zênites 60°N 40°N 20°N Eclíptica

OLHANDO PARA O NORTE

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Setembro	23h	Meia-noite
15 Setembro	22h	23h
30 Setembro	21h	22h

Setembro
Latitudes sul

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

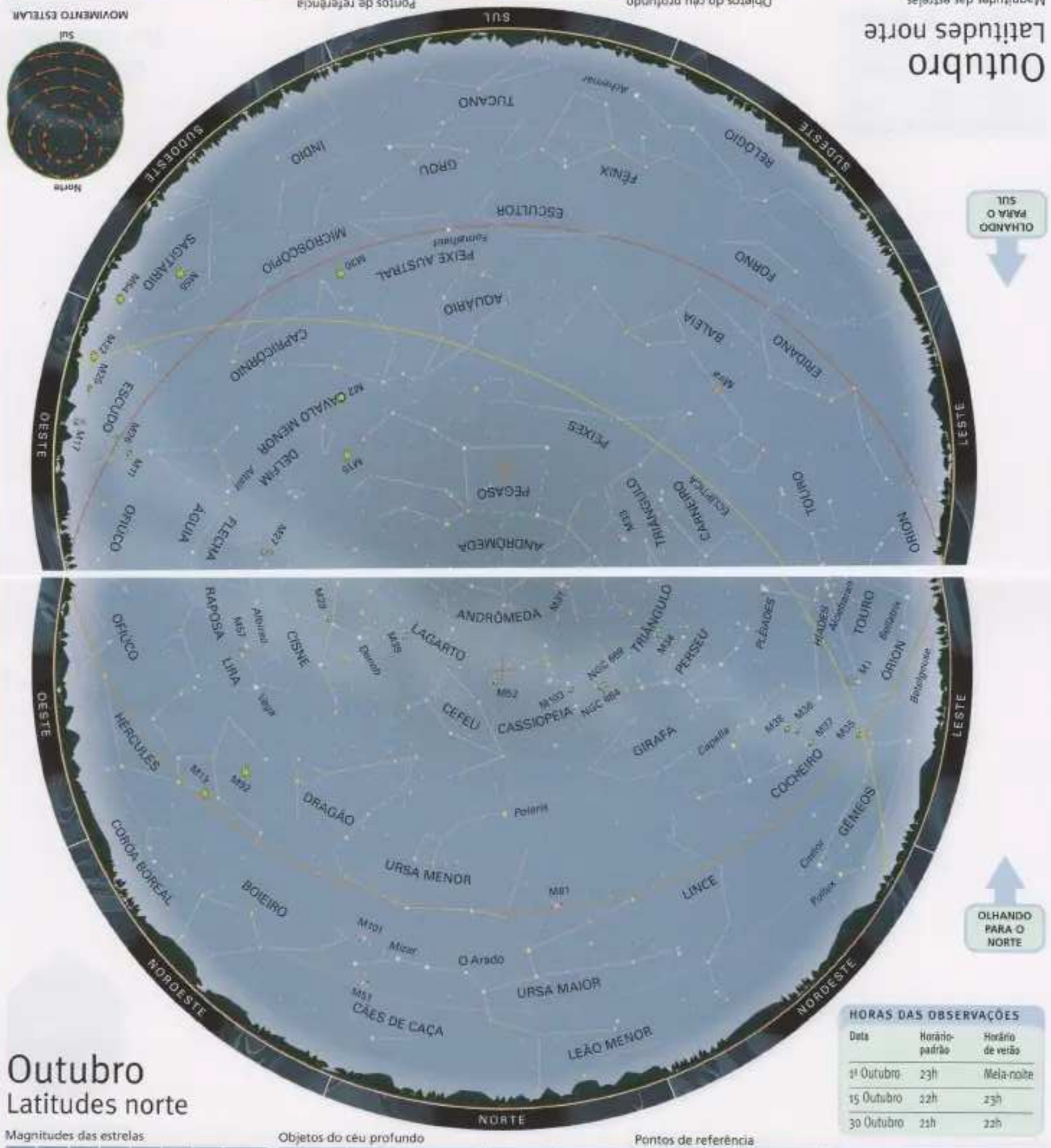
Pontos de referência

Horizontes 60°S 40°S 20°S

Zênites 60°S 40°S 20°S Eclíptica

OLHANDO PARA O NORTE

Outubro
Latitudes norte



Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

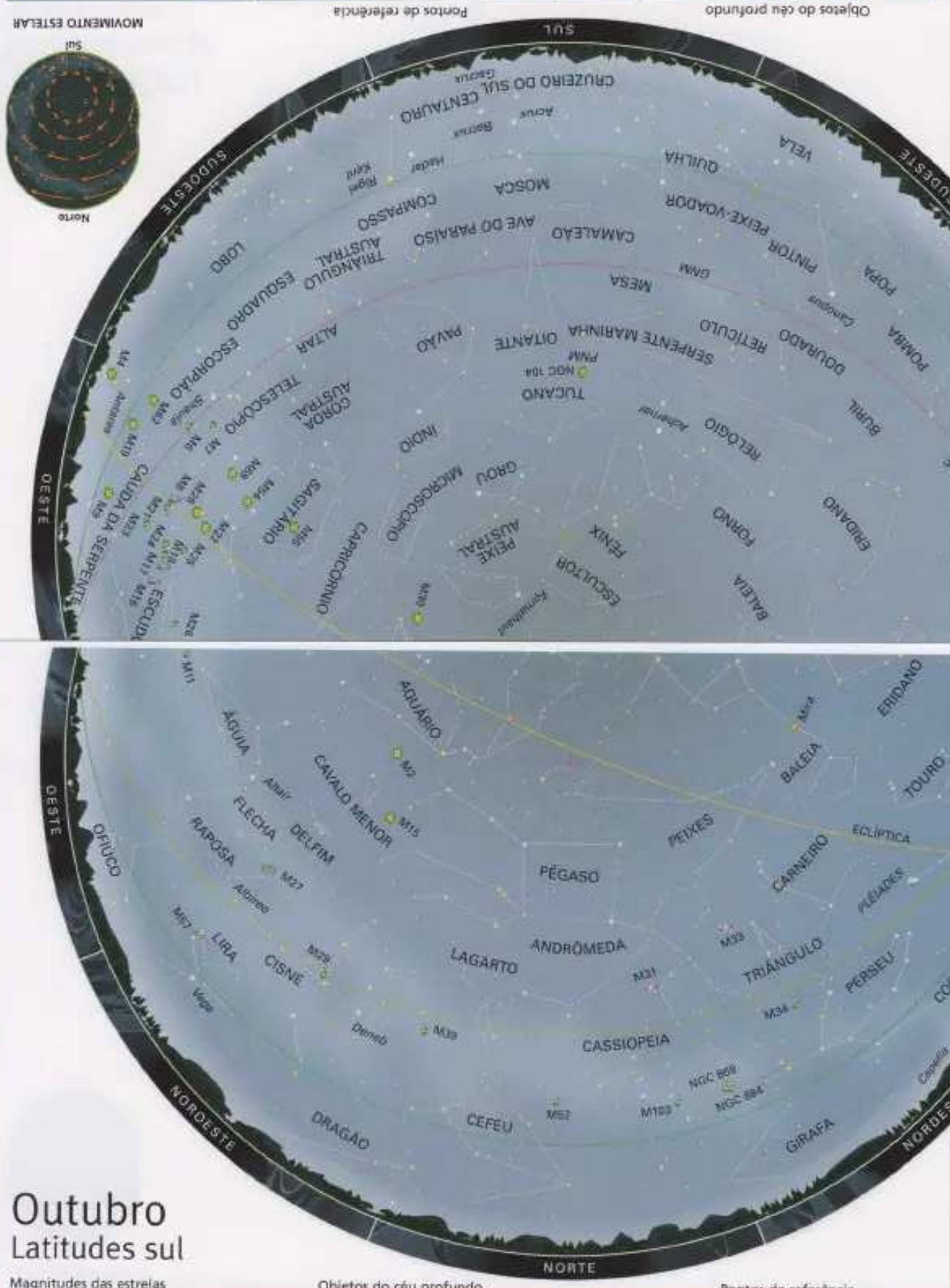
Horizontes: 60°N 40°N 20°N
Zênites: 60°N 40°N 20°N Eclíptica

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

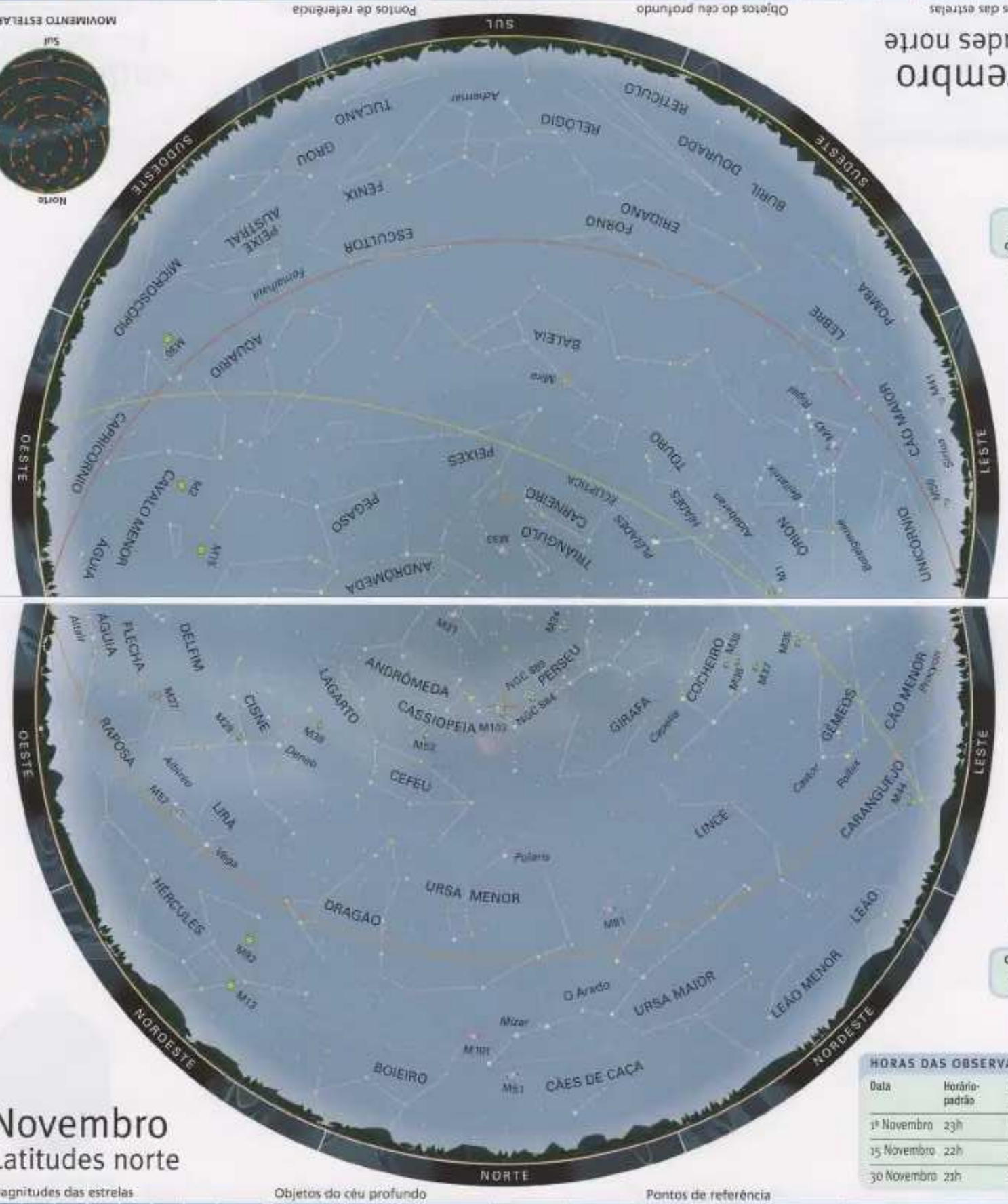
Data	Horário-padrão	Horário de verão
1º Outubro	23h	Meia-noite
15 Outubro	22h	23h
30 Outubro	21h	22h

OLHANDO PARA O NORTE

Outubro
Latitudes sul


SUL
SUDOESTE
LESTE
OESTE
NORDESTE
NORTE
CRUZEIRO DO SUL
CENTAURO
VELA
QUILHA
POPA
PUPE
PINTOR
CAMALEÃO
AVE DO PARAÍSO
MOSCA
COMPASSO
TRIÂNGULO AUSTRAL
ESQUADRO
LOBO
MESA
DOURADO
RETÍCULO
SERPENTE MARINHA
OITANTE
PAVÃO
ALTAR
TUCANO
TELESCÓPIO
CORÔA AUSTRAL
ESCORPIÃO
CAUDA DA SERPENTE
ÍNDIO
RELÓGIO
BURIL
GRÚ
MICROSCÓPIO
SAGITÁRIO
CAPRICÓRNIO
PEIXE AUSTRAL
ESCULTOR
FÊNIX
FORNO
GRUS
BALEIA
ÁGUIA
FLECHA
RAPOSA
DELFIM
CAVALO MENOR
AQUÁRIO
PÉGASO
PEIXES
ERIDANO
TOURO
CARNEIRO
ECLÍPTICA
PLÊIADES
LIRA
CISNE
LAGARTO
ANDRÔMEDA
TRIÂNGULO
PERSEU
CASSIOPEIA
CEFEU
GIRAFA
DRAGÃO
OFÍUCO
Altair
Vega
Deneb
Alpheratz
Achernar
Acrux
Gacrux
Mimosa
Hadar
Rigel Kent
Antares
Shaula
Sargas
Kaus Australis
Nunki
Ascella
Rukbat
Arneb
Canopus
Suhail
Avior
Miaplacidus
Alphard
Regulus
Algieba
Spica
Alkaid
Menkent
Hamal
Diphda
Ankaa
Achernar
Alnair
Fomalhaut
Enif
Scheat
Markab
Mirfak
Algol
Capella
Rigel
Bellatrix
Betelgeuse
Alnilam
Alnitak
Saiph
Mintaka
Aldebaran
Elnath
Alcyone
Atlas
Electra
Maia
Merope
Taygeta
Pleione
Caleb
Sterope
Mizar
Alcor
Dubhe
Merak
Phecda
Megrez
Alioth
Mirach
Almach
Polaris
Kochab
Pherkad
Algenib
Alpheratz
Caph
Schedar
Ruchbah
Segin
Navi
Rho
Tau
Upsilon
Phi
Chi
Psi
Omega
Iota
Kappa
Lambda
Theta
Eta
Zeta
Epsilon
Delta
Gamma
Beta
Alpha
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
M8
M9
M10
M11
M12
M13
M14
M15
M16
M17
M18
M19
M20
M21
M22
M23
M24
M25
M26
M27
M28
M29
M30
M31
M32
M33
M34
M35
M36
M37
M38
M39
M40
M41
M42
M43
M44
M45
M46
M47
M48
M49
M50
M51
M52
M53
M54
M55
M56
M57
M58
M59
M60
M61
M62
M63
M64
M65
M66
M67
M68
M69
M70
M71
M72
M73
M74
M75
M76
M77
M78
M79
M80
M81
M82
M83
M84
M85
M86
M87
M88
M89
M90
M91
M92
M93
M94
M95
M96
M97
M98
M99
M100
M101
M102
M103
M104
M105
M106
M107
M108
M109
M110
NGC 104
NGC 362
NGC 869
NGC 884
NGC 2516
NGC 3532
NGC 4755
NGC 5139
NGC 5460
NGC 6025
NGC 6067
NGC 6087
NGC 6124
NGC 6231
NGC 6281
NGC 6352
NGC 6362
NGC 6397
NGC 6475
NGC 6496
NGC 6541
NGC 6752
NGC 6793
NGC 6802
NGC 6809
NGC 6818
NGC 6822
NGC 6823
NGC 6826
NGC 6830
NGC 6834
NGC 6835
NGC 6838
NGC 6842
NGC 6844
NGC 6853
NGC 6864
NGC 6866
NGC 6871
NGC 6882
NGC 6885
NGC 6888
NGC 6905
NGC 6910
NGC 6913
NGC 6921
NGC 6934
NGC 6939
NGC 6940
NGC 6946
NGC 6951
NGC 6956
NGC 6960
NGC 6981
NGC 6994
NGC 7006
NGC 7009
NGC 7027
NGC 7031
NGC 7036
NGC 7039
NGC 7044
NGC 7048
NGC 7062
NGC 7078
NGC 7082
NGC 7086
NGC 7089
NGC 7092
NGC 7093
NGC 7099
NGC 7128
NGC 7129
NGC 7142
NGC 7160
NGC 7209
NGC 7243
NGC 7296
NGC 7297
NGC 7331
NGC 7380
NGC 7410
NGC 7419
NGC 7423
NGC 7424
NGC 7439
NGC 7448
NGC 7479
NGC 7510
NGC 7512
NGC 7513
NGC 7515
NGC 7518
NGC 7521
NGC 7523
NGC 7524
NGC 7525
NGC 7526
NGC 7527
NGC 7528
NGC 7529
NGC 7530
NGC 7531
NGC 7532
NGC 7533
NGC 7534
NGC 7535
NGC 7536
NGC 7537
NGC 7538
NGC 7539
NGC 7540
NGC 7541
NGC 7542
NGC

Novembro
Latitudes norte


SUL
SUDESTE
SUDOESTE
OESTE
LESTE
NORDESTE
NOROESTE
NORTE
CAPRICÓRNIO
AQUÁRIO
PEIXES
PEGASO
ANDRÔMEDA
TRIÂNGULO
BALEIA
ÁRIES
TOURO
ÓRION
GÊMEOS
CÃO MAIOR
LEBRE
UNICÓRNIO
CÃO MENOR
HÉRCULES
DRAGÃO
URSA MENOR
CEFEU
CASSIOPEIA
PERSEU
GIRAFA
COCHEIRO
CISNE
LAGARTO
RAPOSA
LÍRIA
ÁGUIA
FLECHA
DELFIM
LINCE
CARANGUEJO
LEÃO
LEÃO MENOR
URSA MAIOR
BOIEIRO
CÃES DE CAÇA
ESCULTOR
FORNO
ERÍDANO
RETÍCULO
HÉLOGIO
BURIL
DOURADO
TUCANO
GRUU
ÍNDIO
MICROSCÓPIO
FÊNIX
ESCORPIÃO
TELESCÓPIO
ALTAR
ESQUADRO
COMPASSO
CENTAURO
CRUZEIRO DO SUL
MOSCA
CAMALEÃO
TRIÂNGULO AUSTRAL
AVE DO PARAÍSO
OITANTE
PAVÃO
MESA
PEIXE VOADOR
GUILHA
PINTOR
SERPENTE MARINHA
CÍRCULO AUSTRAL
SAGITÁRIO
Polaris
Vega
Deneb
Altair
Mizar
Alcor
Arcturus
Spica
Antares
Rigel
Betelgeuse
Aldebaran
Capella
Pollux
Castor
Procyon
Sirius
Achernar
Fomalhaut
Alpheratz
Algenib
Menkar
Hamal
Alnilam
Alnitak
Mintaka
Rigil Kent
Hadar
Becrux
Gacrux
Acrux
Alkaid
Alioth
Dubhe
Merak
Phecda
Megrez
Alphecca
Kochab
Mirfak
Algol
Aldebaran
Rigel
Capella
Bellatrix
Betelgeuse
Alnilam
Alnitak
Saiph
Sirius
Procyon
Pollux
Castor
Regulus
Denebola
Algieba
Zosma
Chertan
Porrima
Vindemiatrix
Spica
Alkaid
Mizar
Alcor
Alioth
Dubhe
Merak
Phecda
Megrez
Gamma
Alkaid
Eta
Mizar
Zeta
Alcor
Alioth
Epsilon

Dezembro
Latitudes sul

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

Horizontes | Zênites

Dezembro
Latitudes norte

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Objetos do céu profundo

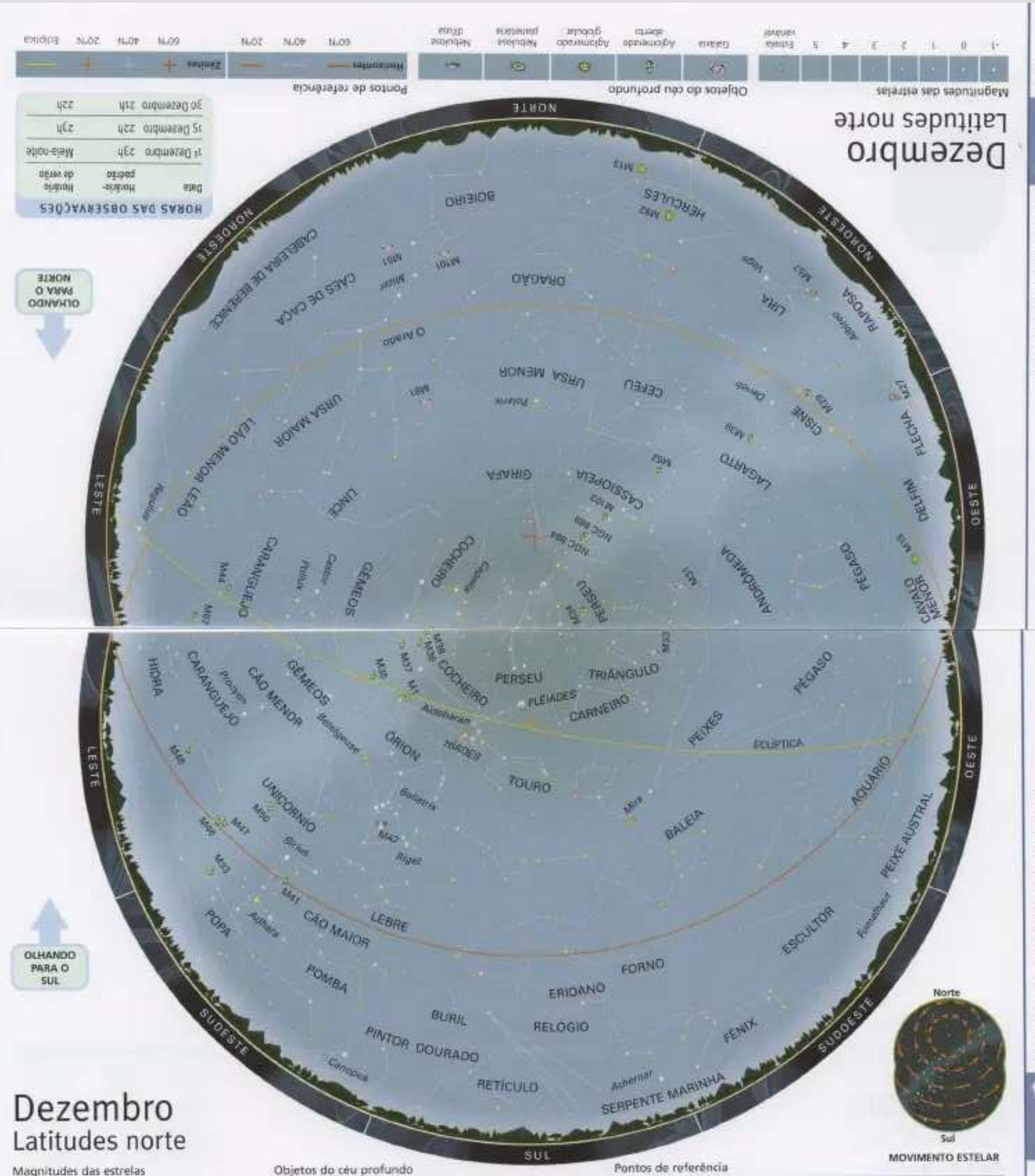
Galáxia | Aglomerado aberto | Aglomerado globular | Nebulosa planetária | Nebulosa difusa

Pontos de referência

Horizontes | Zênites

Pontos de referência

60°N 40°N 20°N | 60°N 40°N 20°N Eclíptica



Pontos de referência

60°N 40°N 20°N Eclíptica

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Início de noite	Início de verão
1º Dezembro	23h	Meia-noite
15 Dezembro	22h	23h
30 Dezembro	21h	22h

Novembro
Latitudes sul

Magnitudes das estrelas

-1 0 1 2 3 4 5 Estrela variável

Pontos de referência

Zênites

60°S 40°S 20°S Eclíptica

HORAS DAS OBSERVAÇÕES

Data	Início de noite	Início de verão
1º Novembro	23h	Meia-noite
15 Novembro	22h	23h
30 Novembro	21h	22h

de referência
HORAS DAS OBSERVAÇÕES
Data
Início do período
Horário de início
1º Dezembro 23h
Meia-noite
15 Dezembro 22h
23h
30 Dezembro 21h
22h
Zênites
60°S
40°S
20°S
Equador
OLHANDO PARA O NORTE
NORDESTE
LESTE
URSA MAIOR
GÊMEOS
CÃO MENOR
UNICÓRNIO
CARANGUEJO
HÍDRA
OLHANDO PARA O SUL
SUDESTE
HÍDRA
BÚSSOLA
POPA
MÁQUINA PNEUMÁTICA
VELA
CRUZEIRO
CENTAURO
Dezembro
Latitudes sul
Magnitudes das estrelas
-1
0
1
2
3
4
5
Estrela variável
Objetos do céu pro
Galáxia

Almanaque

Esta seção traz um calendário com as datas das Luas novas e cheias, dos eclipses, dos trânsitos e dos principais aspectos dos planetas visíveis a olho nu para um período de 10 anos (2010-19). Alguns desses eventos podem ser vistos de qualquer parte da Terra. Outros, como os eclipses do Sol e da Lua e os trânsitos de Vênus e Mercúrio, só são visíveis de certos continentes ou regiões. Nesses casos, são indicados os locais específicos que permitem a visualização dos fenômenos.

ECLIPSES DO SOL ocorrem quando a Lua passa em frente a ele e bloqueia sua luz. Eclipses totais são visíveis somente a partir de uma faixa estreita em que a Lua cobre todo o Sol, mas eclipses parciais são vistos numa área muito mais ampla. Quando próxima do ponto de sua órbita mais distante da Terra, a Lua pode não cobrir o Sol por completo, deixando um anel de luz em torno dele no meio do eclipse – é o eclipse anular. Raramente um eclipse pode ser total no meio de sua trajetória e anular em ambos os extremos. Eclipses totais ou anulares duram apenas alguns minutos, mas eclipses parciais podem durar até três horas. Nunca olhe diretamente para o Sol; veja os métodos para observar o Sol de modo seguro na p.87

PLANETAS NO CÉU
Pares de planetas próximos fazem uma linda paisagem. Aqui Vênus e Júpiter são vistos no céu do amanhecer. Vênus é o mais brilhante e mais baixo.

ao Sol tal como vistos da Terra, evento chamado trânsito. Então podem ser vistos como um ponto preto cruzando a face do Sol durante algumas horas. No período coberto aqui, há dois trânsitos de Mercúrio, em maio de 2016 e novembro de 2019, e um trânsito de Vênus, em junho de 2012.

ASPECTOS PLANETÁRIOS

Os aspectos dados no almanaque indicam bons momentos para se ver certos planetas. Para os planetas interiores, Mercúrio e Vênus, o melhor é o ponto de elongação máxima – quando estão mais separados do Sol, seja no céu matinal (levantando-se antes do Sol) ou no céu vespertino (pondo-se depois do Sol). Para os planetas exteriores, o almanaque dá as datas de oposição – quando um planeta está na direção oposta à do

Sol de modo seguro na p.87.

Eclipses da Lua ocorrem quando ela penetra na sombra da Terra e podem durar até quatro horas. Mesmo quando totalmente eclipsada, a Lua não desaparece de todo, pois alguma luz solar chega a ela através da atmosfera da Terra.

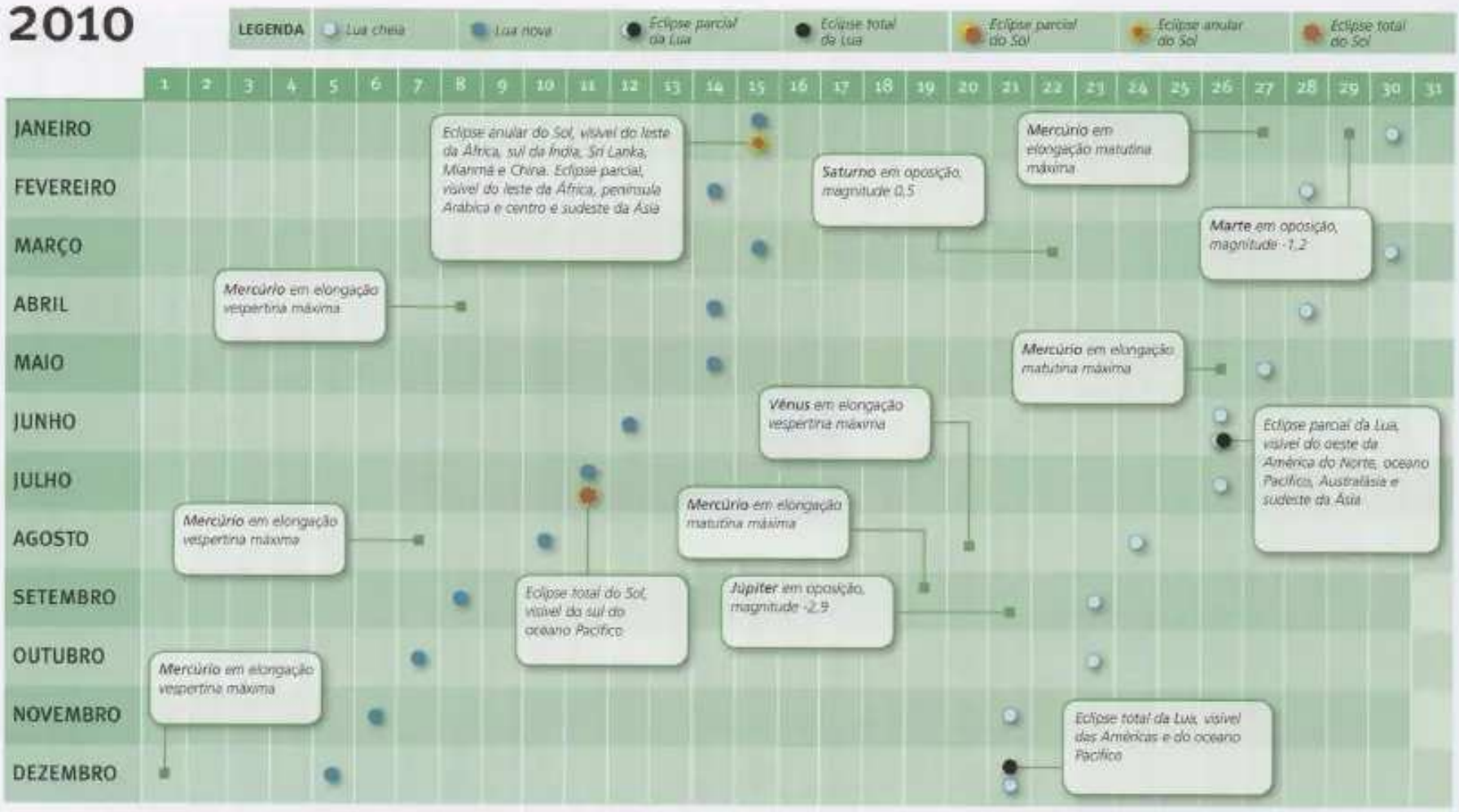
Em raras ocasiões, os planetas interiores Mercúrio e Vênus passam em frente

ANEL DE DIAMANTE

Eclipses solares totais são a mais espetacular visão celeste. Pouco antes ou depois da totalidade, uma fímbria de luz solar cria um efeito de "anel de diamante".

um planeta está na direção oposta à do Sol tal como visto da Terra. São os momentos em que ele passa mais perto da Terra, parece maior e mais brilhante e é visível a noite toda. Marte entra em oposição a cada 26 meses, Júpiter a cada 13 meses e Saturno a intervalos de um ano e duas semanas. Nem todas as oposições são igualmente favoráveis porque as órbitas dos planetas são elípticas e a distância a que estão da Terra varia de uma oposição para outra. A órbita de Marte é particularmente elíptica e suas oposições mais próximas ocorrem a cada 15 ou 17 anos.

2010



2011

2012

MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Saturno em oposição, magnitude 0,2

Marte em oposição, magnitude -1,2

Trânsito de Vênus, visível do leste da Ásia, Austrália e noroeste da América do Norte

Vênus em elongação matutina máxima

Eclipse anular do Sol, visível do Japão, norte do oceano Pacífico e oeste da América do Norte. Eclipse parcial, visível do nordeste da Ásia, norte do oceano Pacífico e oeste da América do Norte

Eclipse parcial da Lua, visível do oeste das Américas do Norte e do Sul, oceano Pacífico, Australásia e leste da Ásia

Eclipse total do Sol, visível do sul do oceano Pacífico e do nordeste da Austrália. Eclipse parcial, visível do resto da Austrália, Nova Zelândia e oceano Pacífico

Mercúrio em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Júpiter em oposição, magnitude -2,8

Mercúrio em elongação matutina máxima

2013

LEGENDA: Lua cheia · Lua nova · Eclipse parcial da Lua · Eclipse total da Lua · Eclipse parcial do Sol · Eclipse anular do Sol · Eclipse total do Sol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Eclipse anular do Sol, visível do norte da Austrália, adentrando o oceano Pacífico central. Eclipse parcial, visível do leste da Austrália, norte da Nova Zelândia e Havaí

Eclipse parcial da Lua, visível da Europa, África, Ásia, Austrália

Saturno em oposição, magnitude 0,1

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Vênus em elongação vespertina máxima

Eclipse anular/total do Sol, visível do norte do oceano Atlântico e África central. Eclipse parcial, visível do nordeste da América do Sul, sul da Europa e África

Mercúrio em elongação matutina máxima

2014

LEGENDA: Lua cheia · Lua nova · Eclipse parcial da Lua · Eclipse total da Lua · Eclipse parcial do Sol · Eclipse anular do Sol · Eclipse total do Sol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Júpiter em oposição, magnitude -2,7

Mercúrio em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Vênus em elongação matutina máxima

Marte em oposição, magnitude -1,5

Eclipse parcial do Sol, visível do oeste da Austrália

Eclipse total da Lua, visível das Américas do Norte e do Sul e da Nova Zelândia

Saturno em oposição, magnitude 0,1

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Eclipse parcial do Sol, visível das partes central e oeste da América do Norte

Eclipse total da Lua, visível da América do Norte, Australásia e leste da Ásia

2015

LEGENDA: Lua cheia · Lua nova · Eclipse parcial da Lua · Eclipse total da Lua · Eclipse parcial do Sol · Eclipse anular do Sol · Eclipse total do Sol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Júpiter em oposição, magnitude -2,6

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Eclipse total do Sol, visível do Ártico. Eclipse parcial, visível da Europa, norte da África e noroeste da Ásia

Eclipse total da Lua, visível do

Saturno em oposição, magnitude 0,1

Mercúrio em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Eclipse parcial do Sol, visível das partes central e oeste da América do Norte

Eclipse total da Lua, visível da América do Norte, Australásia e leste da Ásia

ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Mercúrio em elongação vespertina máxima
oeste da América do Norte, Austrália e leste da Ásia

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Vênus em elongação vespertina máxima

Eclipse parcial do Sol, visível do sudeste da África e Antártica

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Saturno em oposição, magnitude 0,0

Mercúrio em elongação matutina máxima

Eclipse total da Lua, visível da Europa, África e Américas

Vênus em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

2016

LEGENDA: Lua cheia · Lua nova · Eclipse parcial da Lua · Eclipse total da Lua · Eclipse parcial do Sol · Eclipse anular do Sol · Eclipse total do Sol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Mercúrio em elongação matutina máxima

Júpiter em oposição, magnitude -2,5

Eclipse total do Sol, visível da Indonésia e do norte do oceano Pacífico. Eclipse parcial, visível do leste da Ásia, Austrália e oceano Pacífico

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Saturno em oposição, magnitude 0,0

Trânsito de Mercúrio, visível da América do Norte, América do Sul, Europa, África e Ásia central

Mercúrio em elongação matutina máxima

Marte em oposição, magnitude -2,1

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Eclipse anular do Sol, visível do oceano Atlântico, África central, Madagascar e oceano Índico

Mercúrio em elongação matutina máxima

2017

LEGENDA: Lua cheia · Lua nova · Eclipse parcial da Lua · Eclipse total da Lua · Eclipse parcial do Sol · Eclipse anular do Sol · Eclipse total do Sol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Vênus em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Eclipse anular do Sol, visível do oceano Pacífico, América do Sul, oceano Atlântico e África. Eclipse parcial, visível do sul da América do Sul, oceano Atlântico e Antártica

Júpiter em oposição, magnitude -2,5

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

Vênus em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Eclipse parcial da Lua, visível da América do Norte, América do Sul, Europa, África e Ásia

Saturno em oposição, magnitude 0,0

Eclipse total do Sol, visível do norte do oceano Pacífico, América do Norte e sul do oceano Atlântico. Eclipse parcial, visível da América do Norte e do norte da América do Sul

Mercúrio em elongação matutina máxima

Mercúrio em elongação vespertina máxima

2018

LEGENDA: Lua cheia · Lua nova · Eclipse parcial da Lua · Eclipse total da Lua · Eclipse parcial do Sol · Eclipse anular do Sol · Eclipse total do Sol

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
ABRIL
MAIO
JUNHO
JULHO
AGOSTO
SETEMBRO
OUTUBRO
NOVEMBRO
DEZEMBRO

Mercúrio em elongação matutina máxima

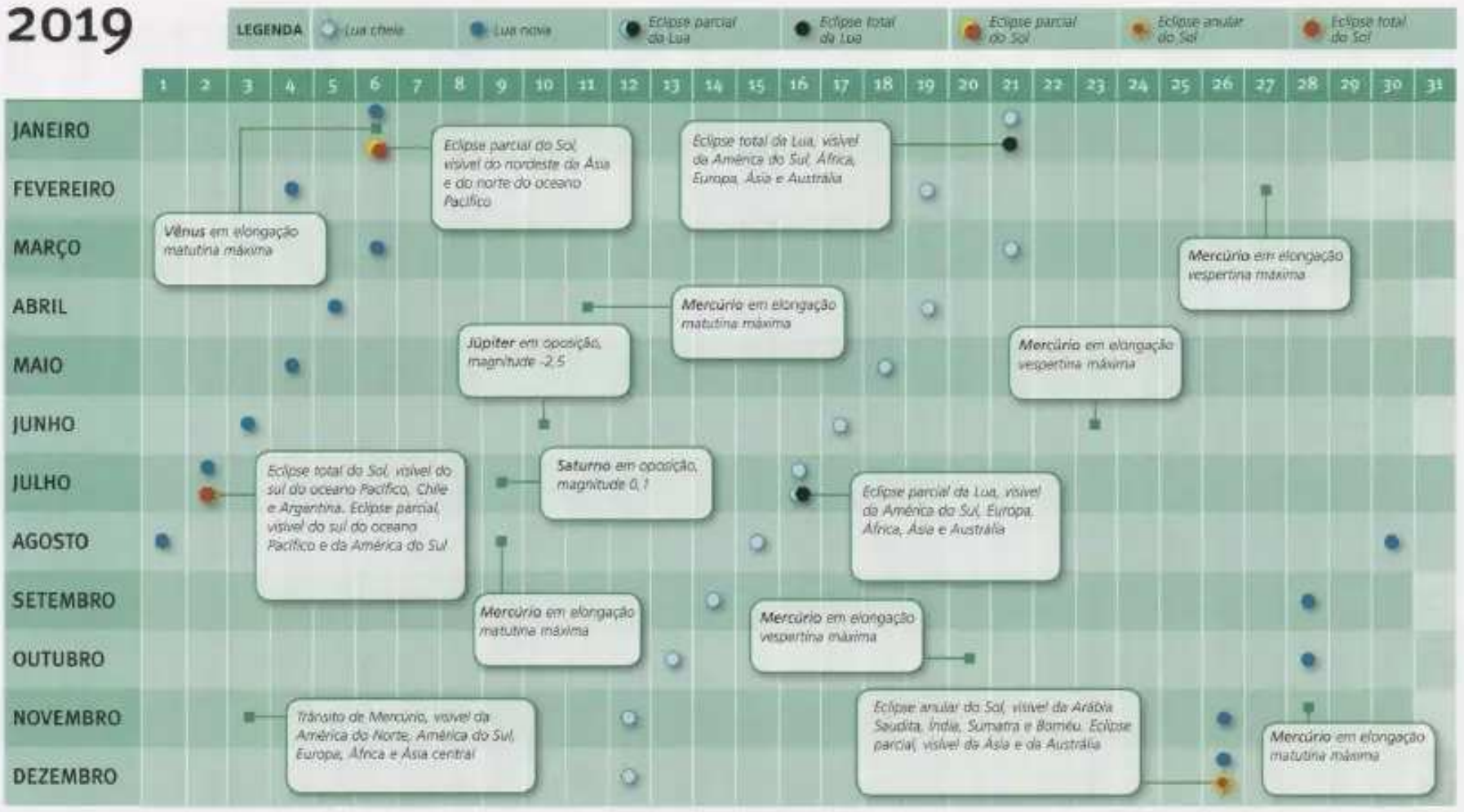
Eclipse total da Lua, visível da África, Europa, Ásia e Austrália

Eclipse parcial do Sol, visível do sul da América do Sul e da Antártica

Mercúrio em elongação vespertina máxima

Mercúrio em elongação matutina máxima

2019



Glossário

abertura Largura da principal lente ou do espelho, ou a abertura no topo do tubo de um telescópio.

afélio Ponto na órbita de um objeto em que ele está mais longe do Sol.

aglomerado aberto Grupo de dúzias ou centenas de estrelas, de forma irregular, geralmente encontrado nos braços espirais de uma galáxia. As estrelas nos aglomerados abertos são relativamente jovens.

aglomerado globular Aglomerado denso, em forma de bola, contendo dezenas ou centenas de milhares de estrelas. Algumas das mais antigas estrelas conhecidas estão contidas em aglomerados globulares.

albedo Quantidade de luz refletida pela superfície de um planeta, satélite, asteroide ou outro corpo. Um objeto de albedo alto tem cor clara, um de albedo baixo é escuro.

altura Distância angular de um objeto acima do horizonte, em graus.

anã branca Estrela pequena e densa com massa similar à do Sol mas diâmetro apenas comparável ao da Terra. As anãs brancas são os restos contraídos de estrelas como o Sol que se extinguiram.

anã marrom Objeto gasoso de tamanho intermediário, entre um planeta e uma estrela, sem massa suficiente para desencadear reações de fusão de hidro-

buraco negro Volume de espaço em que a gravidade é tão grande que nada lhe pode escapar, nem mesmo a luz. Pensa-se que os buracos negros se formam quando estrelas grandes morrem.

Buscadora Pequeno telescópio ou visor para ajudar a apontar um telescópio maior para um alvo.

catadióptrico Tipo de telescópio refletor com uma lente fina colocada através de sua abertura que lhe dá um campo de visão amplo combinado com um comprimento focal curto.

Catálogo Messier Lista de mais de 100 objetos do céu profundo que poderiam ser erroneamente tomados por cometas, produzida pelo astrônomo francês Charles Messier (1730-1817).

***charge-coupled device* (CCD)** Detector eletrônico sensível à luz usado para registrar imagens e espectros em vez de filme. CCDs consistem em milhões de minúsculos elementos de imagem conhecidos como *pixels*.

cinturão de Kuiper Região coalhada repleta de asteroides congelados além da órbita de Netuno.

circumpolar Termo referente a objetos celestes que giram em torno do polo, sem nunca se pôr, tal como vistos de uma localização particular.

cometa Pequeno corpo composto de gelo e poeira. Quando distante do Sol, fica congelado e endurece. Mais perto do Sol, aquece-se e libera poeira e gás para formar uma grande cabeça fulgurante (a coma) e por vezes uma cauda.

suficiente para desencadear reações de fusão de hidrogênio em seu núcleo.

anã vermelha Estrela menor, mais fria e menos luminosa que o Sol.

ano-luz A distância coberta por um raio de luz num ano do calendário, 9,46 trilhões km.

ascensão reta Coordenada na esfera celeste que é o equivalente da longitude na Terra. É medida em horas (1h = 15°) e tem início no ponto em que o Sol cruza o equador celeste a cada mês de março, marcando o equinócio de primavera no hemisfério norte.

asterismo Padrão formado por estrelas que são parte de uma ou mais constelações, como as Três Marias, que fazem parte de Órion.

asteroide Corpo sólido menor que um planeta; também conhecido como planeta menor. A maior parte dos asteroides gira na órbita do Sol no Cinturão de Asteroides entre Marte e Júpiter.

aurora Fulgor na atmosfera superior da Terra causado por interações com partículas provenientes do Sol.

azimute Ângulo de um objeto sobre o horizonte medido em graus a partir do norte via leste e novamente de volta ao norte.

big-bang O evento explosivo que marcou a origem do Universo cerca de 13,7 bilhões de anos atrás.

binária eclipsante Par de estrelas em órbita uma em torno da outra, em que uma passa periodicamente em frente à outra tal como vista da Terra, interceptando sua luz.

binária espectroscópica Par de estrelas tão próximas entre si que não podem ser vistas separadamente por nenhum telescópio. A natureza binária de uma estrela só é revelada quando sua luz é examinada através de um espectroscópio.

conjunção Ocasião em que dois corpos no Sistema Solar, como um planeta e o Sol, alinham-se tal como vistos da Terra. *Ver também* conjunção inferior; conjunção superior.

conjunção inferior Ocasião em que ou Mercúrio ou Vênus estão entre o Sol e a Terra.

conjunção superior Ocasião em que Mercúrio ou Vênus, vistos da Terra, encontram-se além do Sol, na mesma direção.

constante de Hubble Medida da taxa em que o Universo está se expandindo, encontrada marcando-se a distância das galáxias contra seus desvios para o vermelho.

constelação Originalmente um padrão estelar, mas hoje uma área do céu dentro de limites estabelecidos pela União Astrológica Internacional. Há 88 constelações.

coroa solar A tênue camada mais externa do Sol, visível somente quando ele está obscurecido num eclipse total.

cromosfera Camada de gás acima da superfície visível do Sol, ou fotosfera. A cromosfera só pode ser vista quando a fotosfera, mais brilhante, está encoberta.

declinação Distância angular de um objeto ao norte ou ao sul do equador celeste, medida em graus. É o equivalente da latitude na Terra.

desvio para o vermelho Desvio nas linhas de um espectro em direção a comprimentos de onda mais longos causado pelo movimento do objeto emissor para mais longe de nós.

dobsoniana Forma simples de montagem altazimutal comumente usada para refletores newtonianos.

eclíptica A trajetória seguida pelo Sol na esfera celeste durante o ano, que se deve ao movimento orbital

da Terra. Os planetas sempre parecem próximos da eclíptica porque suas órbitas estão todas num plano similar ao da Terra.

eixo Linha imaginária que atravessa o centro de um objeto que gira ao seu redor. O eixo une os polos.

elongação Ângulo entre um planeta e o Sol, ou entre um satélite e um planeta. Quando Mercúrio e Vênus estão em sua separação angular máxima em relação ao Sol, diz-se que estão em sua elongação máxima, tanto a leste do Sol (no céu vespertino) quanto a oeste dele (no céu matinal).

equador celeste Círculo imaginário na esfera celeste a meio caminho entre os polos celestes. Divide a esfera celeste em duas metades iguais, uma ao norte e a outra ao sul do equador.

equinócio Ocasião em que o Sol está no equador celeste. Isso ocorre duas vezes por ano, em 20 de março (o equinócio de primavera ou vernal no hemisfério norte) e 22 ou 23 de setembro (o equinócio outonal no hemisfério norte). Num equinócio, o dia e a noite têm tamanhos aproximadamente iguais em toda a Terra.

esfera celeste Esfera imaginária que circunda a Terra, sobre a qual os objetos celestes parecem pousados.

estrela Esfera de gás que produz energia em seu centro por reações nucleares.

gigante vermelha Estrela que se torna maior e mais fria à medida que se aproxima do fim de sua vida.

Grupo Local Aglomerado de cerca de 36 galáxias que inclui a nossa. A maior é a galáxia de Andrômeda, seguida pela Via Láctea.

lua Satélite natural de um planeta. Usa-se inicial maiúscula quando se está se referindo à nossa própria Lua.

magnitude Escala para a medição do brilho de objetos celestes. Os objetos mais brilhantes recebem números pequenos ou até negativos, ao passo que os pouco brilhantes têm números grandes.

magnitude absoluta Número que indica a verdadeira emissão de luz, ou luminosidade, de uma estrela. É a magnitude que a estrela teria se colocada a uma distância-padrão de 10 parsecs (32,6 anos-luz).

magnitude aparente O brilho de um objeto celeste tal como visto da Terra. Quanto mais distante está o objeto, menos brilhante parece.

mancha solar Trecho mais frio na superfície do Sol que parece mais escuro em contraste com os arredores.

mar Qualquer das áreas escuras de planície na Lua.

meridiano Linha imaginária no céu que vai do norte para o sul através dos polos celestes e do zênite

estrela binária Par de estrelas ligadas pela gravidade, orbitando em torno de seu centro de massa comum. *Ver também* binária eclipsante; binária espectroscópica.

estrela de nêutrons Estrela pequena e intensamente brilhante feita de partículas subatômicas conhecidas como nêutrons e, ao que se supõe, são criadas quando uma estrela grande morre numa supernova.

estrela dupla Par de estrelas que parecem muito próximas quando vistas da Terra. Na maior parte dos casos, as estrelas são relacionadas, formando uma estrela binária. Em alguns casos, porém, estão a distâncias diferentes da Terra e são chamadas dupla óptica.

estrela gigante Estrela que se tornou maior e mais brilhante no final de sua vida. Estrelas que têm cerca de dez vezes a massa do Sol tornam-se supergigantes.

estrela supergigante O maior e mais luminoso tipo de estrela. Estrelas pelo menos dez vezes maiores que o Sol crescem, tornando-se supergigantes, no final de suas vidas.

estrela variável Qualquer estrela cujo brilho parece variar.

extragaláctico Qualquer objeto fora de nossa própria galáxia.

fase Fração do disco de um planeta ou satélite iluminada pelo Sol, tal como vista da Terra.

fotosfera A superfície visível do Sol ou de outra estrela.

galáxia Massa de estrelas mantidas juntas pela gravidade. As galáxias são de dois tipos principais: espirais, que têm braços; e elípticas, que não têm. Os diâmetros das galáxias situam-se entre cerca de mil anos-luz e centenas de milhares de anos-luz.

galáxia espiral barrada Tipo de galáxia espiral em que as regiões centrais são alongadas em vez de arredondadas. Os braços espirais emergem de cada ponta da barra central.

do observador. Um objeto no meridiano está em seu ponto mais alto acima do horizonte.

meteorito Naco de rocha ou metal proveniente do espaço que cai na superfície da Terra ou de outro corpo do Sistema Solar.

meteoro Risca de luz, também chamada estrela cadente, causada por um grão de poeira queimando-se na atmosfera.

montagem altazimutal Forma simples de montagem em que o telescópio pode girar livremente ao redor de eixos para cima e para baixo (em altura) e de um lado para outro (em azimute).

montagem equatorial Tipo de montagem de telescópio em que um eixo, chamado o eixo polar, é alinhado em paralelo ao eixo da Terra. Girando esse eixo, pode-se manter o telescópio apontado para um objeto celeste à medida que a Terra gira ao redor de seu eixo.

movimento próprio Movimento de uma estrela relativamente em comparação ao Sol. Em decorrência dos movimentos próprios das estrelas, as formas das constelações mudam ao longo de centenas de milhares de anos.

movimento retrógrado Movimento de leste para oeste, oposto à direção normal do movimento do Sistema Solar.

nebulosa Nuvem de gás e poeira, geralmente encontrada nos braços espirais de uma galáxia. Algumas nebulosas são brilhantes, sendo iluminadas por estrelas em seu interior, ao passo que outras são escuras. *Ver também* nebulosas planetárias.

nebulosa difusa Nuvem brilhante de gás, iluminada por estrelas em seu interior. A nebulosa de Órion é um exemplo famoso.

nebulosa planetária Envoltório de gás emitido por uma estrela no final de sua vida.

New General Catalogue (NGC) Listagem de quase 8 mil objetos do céu profundo compilada pelo astrônomo dinamarquês J.L.E. Dreyer (1852-1926).

newtoniano Projeto de telescópio refletor em que a ocular está posicionada no lado do tubo do telescópio.

nova Estrela que entra em erupção temporariamente, tornando-se milhares de vezes mais brilhante durante algumas semanas ou alguns meses.

Nuvem de Oort Grande quantidade de cometas em torno do Sistema Solar, estendendo-se a meio caminho até a estrela mais próxima.

Nuvens de Magalhães Duas pequenas galáxias que acompanham a nossa, a Via Láctea.

objeto do céu profundo Objeto fora do Sistema Solar, como um aglomerado de estrelas, uma nebulosa ou uma galáxia.

ocular Lente (ou, na prática, uma combinação de duas ou mais lentes) usada para ampliar a imagem produzida por um telescópio.

ocultação Evento em que um corpo celeste passa em frente a outro; em geral quando a Lua passa em frente a uma estrela ou planeta.

oposição Ocasião em que um corpo do Sistema

satélite Qualquer corpo que gire em torno de outro, em geral uma lua de um planeta.

Schmidt-Cassegrain Projeto de telescópio que incorpora uma fina lente corretora através da frente do tubo telescópico para aumentar o campo de visão. A ocular está num furo no centro do espelho principal.

seeing Termo usado para descrever a estabilidade da atmosfera, que afeta a qualidade da imagem vista através de um telescópio. Bom seeing significa que o ar está estável e é possível distinguir detalhes finos.

sequência principal Estágio na vida de uma estrela em que ela cria energia convertendo hidrogênio em hélio por meio de reações nucleares em seu centro.

Sistema Solar A família de planetas, seus satélites e objetos como asteroides e cometas que orbitam o Sol.

solstício A ocasião em que o Sol chega ao ponto mais ao norte ou mais ao sul do equador celeste (por volta de 21 de junho no hemisfério norte celeste e de 22 de dezembro no hemisfério sul celeste).

Solar situa-se na direção oposta à do Sol, tal como visto da Terra.

paralaxe Mudança de posição de um objeto quando visto de duas localizações diferentes. À medida que a Terra gira em torno do Sol, estrelas próximas mostram uma ligeira paralaxe a partir da qual suas distâncias podem ser calculadas.

parsec Unidade de distância usada pelos astrônomos. É a distância em que uma estrela teria uma paralaxe anual de um segundo de arco. Um parsec é igual a 30,9 trilhões km ou 3,216 anos-luz.

periélio Ponto na órbita de um objeto em que ele está mais próximo do Sol.

planeta Corpo que orbita o Sol ou outra estrela e reluz por refletir o brilho da estrela.

planeta anão Corpo celeste no Sistema Solar que orbita o Sol e é grande o bastante para ser esférico, mas, diferentemente dos planetas, não limpou a região em torno de sua órbita de outros corpos.

planeta extrassolar Planeta que gira em torno de uma outra estrela que não o Sol.

precessão Lenta oscilação da Terra no espaço, que leva seu eixo a descrever um círculo na esfera celeste a cada 25.800 anos. Em consequência da precessão, as coordenadas das estrelas mudam continuamente.

pulsar Estrela de nêutrons que emite pulsos de ondas de rádio e outras radiações à medida que gira em torno de seu eixo.

quasar Núcleo intensamente luminoso de uma galáxia distante, causado ao que se supõe por gás ultraquente circulando em torno de um grande buraco negro em seu centro.

radiante Ponto no céu a partir do qual os membros de uma chuva de meteoros parecem divergir.

resolução Capacidade de um instrumento óptico de distinguir detalhes finos, como as estrelas individuais numa estrela dupla próxima ou marcas nos planetas.

supernova Estrela que explode no fim de sua vida, tornando-se milhões de vezes mais brilhante durante algumas semanas ou alguns meses.

telescópio Cassegrain Tipo de telescópio refletor em que um espelho secundário reflete a luz de volta através de um furo no centro do espelho principal, onde estão colocados a ocular e outros detectores.

Tempo Universal (TU) Escala de tempo baseada no movimento diário aparente do Sol tal como visto do meridiano de Greenwich. É o mesmo que Greenwich Mean Time (GMT).

unidade astronômica A distância média entre a Terra e o Sol, 149.597.870km.

Universo Tudo o que existe, incluindo toda a matéria, o espaço e o tempo. Pensa-se que o Universo começou num big-bang cerca de 13,7 bilhões de anos atrás.

variável cefeida Tipo de estrela variável cujo brilho muda regularmente a intervalos de dias ou semanas à medida que ela pulsa em tamanho.

variável Mira Estrela vermelha gigante ou super-gigante cujo brilho varia ao longo de um período de meses ou anos em decorrência da pulsação em seu tamanho.

vento solar Fluxo de partículas atômicas, em sua maior parte prótons e elétrons, que provém do Sol e atravessa o Sistema Solar.

Via Láctea A faixa de luz de brilho débil e enevoada que pode ser vista cruzando o céu nas noites escuras, composta de estrelas distantes dentro de nossa própria galáxia. O nome é usado também para nossa galáxia como um todo.

zênite O ponto no céu exatamente acima do observador.

zodíaco Faixa de céu de ambos os lados da eclíptica através da qual o Sol e os planetas se movem.

Índice remissivo

Números de página em **negrito** indicam as principais referências quando há mais de uma. Os em *itálico* referem-se a ilustrações e legendas. As letras gregas são designadas por seus nomes, e.g. α aparece como Alfa.

A

Abell 1689 *78*
Abell, George 78
abril, céu de 242-5
aglomerados globulares 71
Alnitak (Zeta Orionis) 191
Al-Sufi 17
Altar (Arae) 217
altazimute, montagens de telescópio *142*
anãs brancas 37, **66**
Andrômeda (Andromedae), galáxia de (M31) 75, *76*, 166, *166*, *168-9*
anel de diamante *278*
Antares (Alfa Scorpii) 204
Antenas (NGC 4039) 197
Antimatéria *49*
Apollo, descidas na Lua 29
Aquário (Aquarii) 187
Arenal, vulcão *94*
Áries (Carneiro) 171
Aristarco 18
Bethe, Hans 36
big-bang 25, 45, **48-51**, 52
big-chill **56**, 57
big-chill modificado 57
big-crunch 57
big-rip 57
binóculo 138-8
BL Lacertae 167
Boieiro (Boötis) 161
Borboleta, aglomerado da (M6) 204, *204*
Borrelly *122*
Borrelly, cometa *122*
Brahe, Tycho 18
Braun, Werner von 26, 27
brilho 135
Brocchi, aglomerado de (Cabide) 184, *184*

aglomerados globulares 71
agosto, céu de 258-61
Águia (Aquilae) 183
Al Rischa (Alfa Piscium) 188
Albireo (Beta Cygni) *70*, 165
Aldebaran (Alfa Tauri) 173
Alfa Boötis (Arturus) 161
Alfa Canis Major (Procyon) 192
Alfa Canum Venaticorum 160
Alfa Capricorni 205
Alfa Carinae (Canopus) 213
Alfa Centauri (Rigel Kent) 198
Alfa Ceti (Menkar) 189
Alfa Circini 215
Alfa Crucis 214
Alfa Cygni (Deneb) 165
Alfa Fornacis 207
Alfa Geminorum (Castor) 174
Alfa Herculis (Rasalghethi) 162
Alfa Hydrae (Alfard) 195
Alfa Leonis (Regulus) 177
Alfa Librae (Zubenelgenubi/A Garra do Sul) 179
Alfa Microscopi 203
Alfa Orionis (Betelgeuse) *73*, 191
Alfa Persei 170
Alfa Piscium (Al Rischa) 188
Alfa Scorpii (Antares) 204
Alfa Tauri (Aldebaran) 173
Alfa Ursae Minoris (Polaris) 152
Alfa Virginis 178
Alfa Vulpeculae 184
Alfard (Alfa Hydrae) 195
Algieba (Gama Leonis) 177
Algol (Beta Persei) 170
almanaque 279-89
Andrómeda (Andromedae) 169
Andrómeda, galáxia de (M31) 24, 25, *169*
Antares (Alfa Scorpii) 204
Antlia (Bomba de Ar) 208
Apodis (Ave do Paraíso) 224
Apus (Ave do Paraíso) 225
Aquário (Aquarii) 200
Aquila (Águia) 183
Ara (Altar) 215
Arcturus (Alfa Boötis) 161
Argo Navis (Navio Argo) 212
Arietis (Carneiro) 171
Arp, Halton 23
Arturus (Alfa Boötis) 161
asteroides, 83, **124-5**
astrofisica, história 22-3
astrofotografia 144-5
astronomia invisível 40
astronomia
  história 14-41
  primórdios 16-21
átomos 51
Auriga (Cocheiro) 157
Aurora Boreal *93*
Ave do Paraíso (Apodis) 224
Ave do Paraíso (Apus) 225
Azul, planetária (NGC 3918) 198

B

Balança (Librae) 179
Baleia (Ceti) 189
Bessel, Friedrich 23
Beta Camelopardalis 156
Beta Capricornii 205
Beta Cygni (Albireo) *70*, 163
Beta Doradus 223
Beta Gruis 219
Beta Librae (Zubenelschamali/A Garra do Norte) 179
Beta Lyrae 163
Beta Monocerotis 193
Beta Orionis (Rigel) 191
Beta Pegasi 186
Beta Persei (Algol) 170
Beta Pictoris *79*, 222
Beta Piscis Austrini 206
Beta Sagittarii 201
Beta Tucanae 220
Betelgeuse (Alfa Orionis) *73*, 191
buracos negros 53, **67**, 75
Buril (Caeli) 207
Busen, Robert 23
Bússola (Pyxidis) 210

C

Cabeça do Cavalo, nebulosa da 191
Cabeleira de Berenice (Comae Berenices) 176
Cabide (aglomerado de Brocchi) 184, *184*
Caelum (Buril) 207
Cães de Caça (Canum Venaticorum) 160
Caixa de ss, aglomerado da (NGC 4755) *70*, 214
Calisto 110
Caloris, bacia 90
Camaleão (Chamaleontis) 225
Câncer *ver* caranguejo
Cannon, Annie Jump 23, *60*
Canopus (Alfa Carinae) 213
Cão Maior (Canis Majoris) 192
Cão Menor (Canis Minor) 192
Capricórnio (Capricorni) 205
Caranguejo (Cancri) 175
Caranguejo, nebulosa do (M1) *37*, 66, *172*, 173
Carneiro (Arietis) 171
Caronte 121, *121*
Cascata de Kemble 156, *156*
Cassini, sonda 35, *35*, 115
Cassiopeia (Cassiopeiae) 155
Cassiopeia A 44
Castor (Alfa Geminorum) 174
Cavalo Menor (Equuleus) 185
CCDs 144-5
Cefeu (Cephei) 154

Centauro (Centauri) 198
Cernan, Eugene *29*
céu de dezembro 274-7
Chandrasekhar, Subramanyan 37
Cinturão de Asteroides 124, *124*
cinturão de Kuiper 39, 121
"Círculo" 188, *188*
Cisne (Cygni) 164-5
Cisne A 165
classificação das estrelas 135
Cocheiro (Aurigae) 157
Coma, aglomerado estelar de 176
cometas 83, 122-3
Doppler, efeito 54
Dourado (Doradus) 223
Dragão (Draconis) 153
Duplo, aglomerado (NGC 884) 170, *170*

E

eclipses lunares *13*, 99
eclipses
  lunares 90
  solares 87
eclíptica 132
Eddington, Arthur 24, **36**
Einstein, Albert 24, 25
energia escura 56
  nascimento 62
  primeiras 52-3
  supergigantes 64
  supernovas 65, 66
  variáveis 72-3
Eta Aquilae 183
Eta Carinae, nebulosa de *72*, 213, *213*
Eta Cassiopeiae 155
Eta Geminorum 174
Eta Ursae Minoris 152
Eudóxio 16
Europa 110

F

Fenómenos Transitórios Luminosos (TLE) 95
Fenómenos Transitórios Luminosos (TLE) 95
Fenómenos Transitórios Luminosos (TLE) 95

Compasso (Circini) 215
computadores
mapas estelares 137
telescópios computadorizados 143
constelações 146-227
cartas 150-1
mapeamento 147, **148-9**
coordenadas 132, *133*
coordenadas estelares 132, *133*
Copernicus, Nicolaus 8, *18*
Coroa Austral (Coronae Australis) 217
Coroa Boreal (Coronae Borealis) 179
Coruja, nebulosa da (M97) *158*, 159
Corvo (Corvi) 197
cratera Barringer *125*
Cruzeiro do Sul (Crucis) 134, 214
Cygnus Rift (Saco de Carvão do Norte) 165
Cygnus X-1 165

D

Dáctil 125
Deimos 106
Delfim (Delphini) 185
Delta Apodis 225
Delta Cephei 154
Delta Chamaeleontis 225
Delta Gruis 219
Delta Lyrae 163
Delta Orionis (Mintaka)
Delta Scorpii 218
Deneb (Alfa Cygni) 165
desvio para o azul *54*
desvio para o vermelho 54
Dione *114*
dobsoniana, montagem de telescópio *142*
Envisat *95*
Épsilon Boötis 161, *161*
Épsilon Hydrae 195
Épsilon Indi 218
Épsilon Lupi 199
Épsilon Lyrae 163
Épsilon Monocerotis 193
Épsilon Normae 216
Épsilon Pegasi 186
Épsilon Sculptoris 206
Épsilon Volantis 224
equatoriais, montagens telescópicas *142*
Eridano (Eridani) 208
Eros 125
Escorpião (Scorpii) 204
Escudo (Scuti) 182
Escultor (Sculptoris) 206
espectroscopia 22-3, *22*, **60**
Esquadro (Normae) 216
Esquimó, nebulosa do (NGC 2392) *65*, 174
Estrela do Cão *66*
estrelas de nêutrons 37, **67**
estrelas múltiplas **70-1**, 215
estrelas variáveis 72-3
estrelas
adolescentes 63
aglomerados 70-1
aglomerados globulares 71
brilho 135
buracos negros 67
ciclos de vida 62-7
classificação **60-1**, **135**
denominação 147
distância 61
gigantes 64
luminosidade 61
magnitude 135
mapa 147, **148-9**
morte 64
múltiplas 70-71
Falso Cruzeiro 212
Fantasma de Júpiter (NGC 3242) 195, *195*
Febo *114*
Fênix (Phoenicis) 219
fevereiro, céu de 234-7
FF Aquilae 183
filtros fotográficos 144
Flecha (Sagittae) 182
foguetes 27-35
Fomalhaut, 39
Fornax, aglomerado de 207
Forno (Fornacis) 207
forquilha, montagens de telescópio em *143*
fotografia 23, **144-5**

G

Gagarin, Yuri 28, *28*
galáxias ativas, 77, *77*
galáxias elípticas 76
galáxias espirais 76
galáxias espirais barradas 76
galáxias irregulares 76
galáxias, 59, **74-9**
aglomerados *46*, 59, 78
evolução 78
primeiras 52-3
superaglomerados *46*, *47*
tipos 76-7
Galileo, sonda 35, 125
Galileu Galilei 19-20, *19*, 21
Gama Andromedae 166
Gama Arietis 171, *171*
Gama Caeli 207
Gama Cassiopeiae 155
Gama Ceti 189
Gama Coronae Australis 217
Gama Delphini 185
Gama Equulei 185
Gama Leonis (Algieba) 177
Gama Leporis 209

Gama Ursae Minoris 152
Gama Velorum 2312
Gama Virginis 178
Gama Volantis 224
Gama-2 Normae 216
Gamow, George 25, **49**
Ganimedes 110
Garnet Star (Mu Cephei) 154
Garra do Norte (Beta Librae) 179
Garra do Sul (Alfa Librae) 179
Gêmeos (Geminorum) 174
Hoyle, Fred 25
Hubble, constante de 54
Hubble, Edwin 24, **25**, 54
Hubble, telescópio espacial 39
Huygens, Christiaan 115

I

IC 1396 *154*
IC 2391 212, *212*
IC 2602 (Plêiades do Sul) 21
IC 4665 181
IC 4756 180
Ida 125
Lagoa, nebulosa da (M8) 201, *201*
Lambda Arietis 171
Lambda Octantis 227
Lambda Tauri 173
Landau, Lev 37
latitude 130
Leão (Leonis) 177
Leão Menor (Leonis Minoris) 176
Leavitt, Henrietta 24, 55
Lebre (Leporis) 209
Lemaître, Georges 245

Geminga, pulsar *67*
Giotto, sonda
Girafa (Camelopardalis) 156
Girassol, galáxia do (M63) 160
Girino, galáxia do *59*
Glenn, John 28
Gliese 229B 79
Goddard, Robert 26, *26*
Goodricke, John 73
GOTO, telescópios 143
Grande Atrator *55*
Grande Concha (Ursa Major) 158-9
Grande Mancha Vermelha *109*
Grande Nuvem de Magalhães (GNM) 223, **224**
Grande Quadrado de Pégaso 186
gravidade local 54
Grou (Gruis) 219
Grupo Local 75

H

Hale Telescope 38
Hale-Bopp *122*
Hale-Bopp, cometa *122*
Halley, cometa de *20*, 35
Halley, Edmond 20
Halteres, nebulosa dos (M27) 184, *184*
Hawking, Stephen 37
Hélice, nebulosa da (NGC 7293) *65*, 187, *187*
Hércules (Herculis)162
Herschel, William 21
Hertzsprung-Russell, diagrama 23, **60**, 61
Híades *172*, 173
Hidra (Hidrae) 194-5
hidrogênio 36
Hiparco 17
Hipérion *35*
hipernovas 53
Índio (Indi) 218
inflação 48
Io *80*, **110**
Iota Caneri 175
Iota Librae 179
Iota Orionis 191
Iota Pictoris 222
Iota-1 Normae 216

J

janeiro, céu de 230-3
Jansky, Karl 41
julho, céu de 254-7
junho, céu de 250-3
Júpiter 34, 35, *80*, 81, 83, *83*, **108-11**
  atmosfera *109*
  condições meteorológicas 109
  estrutura 108
  Grande Mancha Vermelha *109*
  interior *108*
  observação de 111
  órbita 109
  satélites 110

K

K Puppis 211
Kappa Boötis 161
Kappa Coronae Australis 217
Kappa Lupi 199
Kappa Pavonis 226
Kappa Tauri 173
Kappa Tucanae 220
Kepler, Johannes 18
Kirchhoff, Gustav 23
Kitt Peak *128*
Korolev, Serguei 27, **28**
Krikalev, Serguei 31

L

L Puppis 211
Lagarto (Lacertae) 167
Leonídeos, meteoros 123
Lince (Lyncis) 157
Lira (Lyrae) 163
Lobo (Lupi) 197
Lovell, sir Bernard 41
Lua 34, 81, **96-101**
  e a Terra 98
  eclipses *13*, 99
  fases 98
  homem na 28-9
  missões a 99
  superfície 97

M

M 104 (galáxia do Sombreiro) 178, *178*
M1 (nebulosa do Caranguejo) *172*, 173
M10 181
M101 159
M103 155
M11 (aglomerado do Pato Selvagem) 182
M12 181
M13 162, *162*
M15 186, *186*
M16 180, *180*
M17 (nebulosa Ômega) 201
M2 187
M20 (nebulosa Trífida) *200*, 201
M22 201
M23 201
M24 202
M26 182
M27 (nebulosa dos Halteres) 184, *184*
M3 160, *160*
M30 205
M31 (galáxia de Andrômeda) *76*, 166, *166*, *168-9*
M33 167
M34 170
M35 174, *174*

M36 157
M37 157
M38 157
M39 165
M4 204
M41 192
M42 (nebulosa de Órion) *190*, 191
M44 (Presépio) 175, *175*
M45 (Plêiades/Sete Irmãs)
Mauna Kea, *38*
McCandles, Bruce *32*
megassóis 53
Menkar (Alfa Ceti) 189
Mercúrio 34, 81, 82, *90-1*, **90-1**
Mesa (Mensae) 224, **224**
Messenger, sonda *91*
Messier, Charles 71
meteoritos 124-5
meteoros 122-3
NGC 3243 (Fantasma de Júpiter) 195, *195*
NGC 3372 (nebulosa de Eta Carinae) *72*, 213, *213*
NGC 3532 213
NGC 362 220
NGC 3918 (Planetária Azul) 198
NGC 4038 197
NGC 4039 (Antenas) 197

173
M46 211
M48 195
M50 193
M51 (galáxia do Redemoinho) 160, *160*
M52 155
M57 (nebulosa do Anel) 163, *163*
M6 (aglomerado da Borboleta) 204, *204*
M63 (galáxia do Girassol) 160
M64 (galáxia do Olho Negro) 176
M65 177
M66 177
M7 204
M71 182
M74 188
M77 189, *189*
M79 209, *209*
M8 (nebulosa da Lagoa) 201, *201*
M81 *51*, 159, *159*
M82 159, *159*
M83 *76*, *178*
M92 162
M92 211, *211*
M95 177
M96 177
M97 (nebulosa da Coruja) *158*, 159
Maat Mons *92*
Magellan, sonda 93
magnitude 135
maio, céu de 246-9
Máquina Pneumática (Antliae)196
março, céu de 238-41
Mariner, sondas 34, 91
Marte 34, 81, 82, *82*, **102-7**
  estrutura 104
  interior *104*
  missões a 107
  observação de 105
  satélites 106
matéria escura 51
Microscópio (Microscopii) 205
Mintaka (Delta Orionis) 191
Mir *30*, 31
Mira (Omicron Ceti) 189
monte Palomar 38
Mosca (Muscae) 215
Mu Boötis 161
Mu Cephei 154
Mu Columbae 210
Mu Crucis 214
Mu Lupi 199, *199*

N

NEAR 125
nebulosa de emissão *62*
Nebulosa do Anel (M57) 163, *163*
nebulosa do Anel do Sul (NGC 3132) 212, *212*
nebulosa do Véu 66
nebulosas 59
  planetárias 65
Netuno 118-19
Newton, Isaac 20, 21, 22
NGC 104 (47 Tucanae) 220
NGC 1261 221
NGC 1300 *76*, 208, *208*
NGC 1316 *56*
NGC 1502 *156*
NGC 1977 191
NGC 1981 191
NGC 2017 209, *209*
NGC 2070 (nebulosa da Tarântula) 223, *223*
NGC 2244 193
NGC 2392 (nebulosa do Esquimó) 174
NGC 2451 211
NGC 2477 211
NGC 2547 212
NGC 2997 196, *196*
NGC 3115 196
NGC 3115 196
NGC 3132 (nebulosa do Anel do Sul) 212 *212*
NGC 3195 225
NGC 4565 176
NGC 4755 (aglomerado da Caixa de Joias) *70*, 214
NGC 5128 (Centaurus A) 198
NGC 5139 (Omega Centauri) 198, *198*
NGC 55 206
NGC 5822 199, *199*
NGC 6025 216
NGC 6087 216
NGC 6193 217
NGC 6397 217
NGC 6543 (nebulosa Olho de Gato) 153, *153*
NGC 6547 217
NGC 6633 181
NGC 6709 183
NGC 6744 226, *226*
NGC 6752 226, *226*
NGC 6826 165
NGC 6992 (nebulosa do Véu) 165, *165*
NGC 7000 *164*, 165
NGC 7009 (nebulosa de Saturno) 187
NGC 7293 (nebulosa da Hélice) 187, *187*
NGC 752 166
NGC 7662 166
NGC 869 170
NGC 884 (aglomerado Duplo) 170, *170*
novembro, céu de 270-3
Nu Coronae Borealis 179
Nu Draconis 153
Nuvem de Magalhães 75, *75*, *76*

O

O Arado (Ursa Major) 158-9
objetos Herbig-Haro *63*
observação 129-45
  aparência do céu 130-3
  astrofotografia 144-5
  binóculo 138-9
  coordenadas 132

  equipamento 129
  estrelas polares 134
Observatório Lick *11*
observatórios de neutrinos *37*
Ofiúco (Ophiuchi) 181
Oitante (Octantis) 227
Olho de Gato, nebulosa (NGC
Polaris (Alfa Ursae Minoris) 134, 152
Pomba (Columbae) 210
Popa (Puppis) 211
Presépio (M44) 175, *175*
Procyon (Alfa Canis Minoris) 192
Saturn V, foguete *29*
Saturno 34, 35, 81, 83, **212-215**
  anéis *82*, *112*, 114
  atmosfera 113
  missões a 115
  órbita 113

6543) 58, 153, *153*
Olho Negro, galáxia do (M64) 176
Olimpo, monte *105*
Ômega Centauri (NGC 5139) *75*, 198, *198*
Ômega, nebulosa (M17) 201
Omicron Ceti (Mira) 189
Omicron-1 Cygni 165
ondas eletromagnéticas 40
ônibus espacial 30-1, *31*, *125*
Oort, nuvem de *47*, 121
Órion (Orionis) 190-1
Órion, nebulosa de (M42) *190*, 191
outubro, céu de 266-9

P

Palene *114*
paralaxe, efeito de 61
Parson, William, lorde Rosse 21
Pato Selvagem, aglomerado do (M11) 182
Pavão (Pavonis) 226
Pedra Angular 162
Pégaso (Pegasi) 186
Peixe Austral (Piscis Austrinus) 205
Peixe Voador (Volantis) 224
Peixes (Piscium) 188
Pequena Nuvem de Magalhães (PNM) 220, *220*
Perseu (Persei) 170
Phobos 104
Pi Hydri 221
Pi Lupi 199
Pintor (Pictoris) 222
Pioneer, sondas 34
Plancius, Petrus 156
Planck, tempo de 48
planetas
  formação 53
  procura de 79
  Sistema Solar 80-121
planisférios 136
Plêiades (M45) 173
Plêiades do Sul (IC 2602) 213
Plutão 81, **120-1**
poeira estelar 59
programas de planetário 137
prótons *50*
Psi Draconis 153
Psi-1 Piscium 188
Ptolomeu 17
pulsar *67*

Q

Quadrans Muralis 161
Quilha (Carinae) 213

R

R Aquilae 183
R Corona Borealis 179
R Doradus 223
R Horologii 221
R Hydrae 195
R Leporis 209
R Scuti 182
Radiação Cósmica de Fundo 25, 52
radioastronomia 41
radioatividade 36-7
radiogaláxias *40-1*
Raposa (Vulpeculae) 184
Rasalghethi (Hércules) 162
Reber, Grote 41
Redemoinho, galáxia do (M51) 160, *160*
Regulus (Alfa Leonis) 177
relatividade 24
Relógio (Horologii) 221
Retículo (Reticuli) 222
Rho Cassiopeiae 155
Rho Herculis 162
Rho Ophiuchi 181, *181*
Rho Persei 170
Rigel (Beta Orionis) 191
Rigel Kent (Alfa Centauri) 198
Roseta, nebulosa da *193*

S

S Sagittae 182
Saco de Carvão, nebulosa do 214, *214*
Sagan, Carl **35**
Sagitário (Sagittarii) 200-1
Sagittarii 201
Salyut, estações espaciais 30
satélites 27-35, 83
  satélites 114
Saturno, nebulosa de (NGC 7009) 187
Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI) 41
Serpente (Serpentis) 180
Serpente Marinha (Hydri) 221
Sete Irmãs (M45) 172, *172*
setembro, céu de 262-5
Sextante (Sextantis) 196
Shepard, Alan 28
Sigma Octantis 227
Sigma Orionis 191
Sigma Tauri 173
Sirius (Alfa Canis Majoris) 192
Sirius B *66*
Sistema Solar 46, **80-125**
SkyLab 30, *30*
SN1987A *65*
Sol 81, 82, **84-7**
  atmosfera 86
  chamas solares 84, *84*, *88-9*
  eclipses solares 87
  manchas solares *85*
  observação 87
Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) *86*
Sombreiro, galáxia do (M104) 178, *178*
sondas espaciais 27-35
SpaceLab 31
Spitzer, Lyman 38
Sputnik *27*
Supernova Cosmology Project **56**
supernovas 65

T

T Pyxidis 210
T Tauri, fase 63
Taça (Crateris) 197
tamanho dos objetos 133
  telescópios 129, **140-3**
Tarântula, nebulosa da (NGC 2070) 223, *223*
Tau Ceti 189
Teide, observatório *86*
Telescópio (Telescopii) 218
telescópio refratores 141, *141*
telescópios **38-9**, 129, **140-3**
  computadorizados 143
  desenvolvimento 21
telescópios catadióptricos 141, *141*
universo opaco 51
Universo
  destino do 56-7
  escala do *46-7*

W

W Sagittarii 201
Wilson, Robert *25*

telescópios refletores 141, *141*
Telescopium (Telescópio) 218
e a Lua 98
esfera celeste vista da 130
latitude 130
observação a partir da 130-3
Terra 81, 82, **94-5**
Terra de Afrodite 92
The Blinking Planetary (NGC 6826)165
Theta Apodis 225
Theta Eridani 208
Theta Indi 218
Theta Muscae 215
Theta Orionis (Trapézio) 191
Theta Serpentis 180
Titã *114*
Touro (Tauri) 172-3
Trapézio (Theta Orionis) 190
Triângulo (Trianguli) 167
Triângulo Austral (Trianguli Australis) 216
Trífida, nebulosa *200*, 201
Tritão *119*
Troianos 124, *124*
Tsiolkovsky, Konstantin 26
Tucano (Tucanae) 220

U

Unicórnio (Monocerotis) 193
Universo em expansão 45, **46**, **54-5**
estrutura **46-7**, 52
expansão 45, **46**, **54-5**
origens 45-57
Urano 81, 83, **116-17**
Ursa Maior (Ursae Majoris) 158-9
Ursa Menor (Ursae Minoris) 152

V

V838 Monocerotis *68-9*
variáveis cataclísmicas 72
variáveis cefeidas 72
variáveis eclipsantes 72, *72*
variáveis pulsantes 72
variáveis rotacionais 73
Vela (Velorum) 212
Venera, sonda *93*
Vênus 81, 82, **92-3**
Vênus, aterrissador em 34
Very Large Telescope (VLT) 38, 39
Véu, nebulosa do (NGC 6992) 165, *165*
Via Láctea *24*, *47*, 59, **75-5**, *202-3*
Viking, sondas 34
Virgem (Virginis) 178
Virgem, aglomerado de 178
Voyager, sondas 35, *184*
Wollaston, William Hyde 22

X

Xi Boötis 161
Xi Lupi 199
Xi Pavonis 226
Xi Puppis 211
Xi Scorpii 204
Xi Ursae Majoris 159

Y

Y Canum Venaticorum 160

Z

Zeta Antliae 196
Zeta Aquarii 187
Zeta Cancri 175
Zeta Coronae Borealis 179
Zeta Geminorum 174
Zeta Leonis 177
Zeta Lyrae 163
Zeta Orionis (Alnitak) 191
Zeta Phoenicis 219
Zeta Piscium 188
Zeta Reticuli 222
Zeta Sagittae 182
Zeta Ursae Majoris 159
Zubenelgenubi (Alfa Librae) 179
Zubenelschemali (Beta Librae) 179

Agradecimentos

Cooling Brown agradece a algumas pessoas por sua ajuda na preparação deste livro: Hilary Bird pela indexação; Constance Novis pela leitura de provas. Agradecimentos especiais a Peter Gallon e Ted Harrison na Telescope House por seu conhecimento técnico e empréstimo de equipamento. Você pode visitar sua loja de aparelhos astronômicos *on-line* em www.telescopehouse.co.uk. Obrigado também ao fotógrafo com binóculo e telescópio Dave King e à modelo Vicky Brown.

Crédito das imagens

O editor agradece pela gentil permissão para reproduzir suas fotografias a:

Legenda das fotos: s-superior; i-inferior; c-centro; f-fundo; e-esquerda; d-direita; t-topo.

Imagens na Barra Superior dos Capitulos:
Introdução – **Corbis:** Gabe Palmer; *História* – **NASA**; *Origens* – **NASA:** K.L. Luhman (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Mass.); e G. Schneider, E. Young, G. Rieke, A. Cotera, H. Chen, M. Rieke, R. Thompson (Observatório Steward, Universidade Arizona, Tucson, Ariz.); *Fenômenos* – **NOAO/AURA/NSF:** Adam Block; *Sistema Solar* – **NASA:** Courtesy JPL / Caltech; *Observação* – **DK Images:** Andy Crawford; *Constelações* – **Corbis:** Jeff Vanuga; *Guia mensal do céu* – **Corbis:** Dennis di Cicco; *Almanaque* – **DK Images:** Cortesia do National Maritime Museum, Londres/Tina Chambers.

1 Science Photo Library: Tony & Daphne Hallas. **2 akgimages**: Austrian National Library/Erich Lessing. **3 Nasa**: Johnson Space Center. **4-5 Nasa**: Composition: Mattias Malmer, Image Data: Cassini Imaging Team. **6 William McLaughlin**. **7 Science Photo Library**: Larry Landolfi. **8 DK Images**: Cortesia do National Maritime Museum, Londres/Tina Chambers (cd). **8-9 Nasa**: ESA e The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) (t). **9 Imagem cortesia de Celestron**: (ic). **10 DK Images**: The British Museum, Londres (c). **11 Laurie Hatch Photography. 12-13 Corbis**: Reuters/Ian Waldle (i). **Science Photo Library**: John Chumack (te). **14-15 Alamy Images**: Visual Arts Library (Londres). **16 Ancient Art & Architecture Collection**: (cs). **www.bridgeman.co.uk**: University Library, Istambul (ic). **18 Corbis**: Bettmann (ie). **DK Images**: Australian National Maritime Museum, Sydney (c). **Science & Society Picture Library**: Science Museum, Londres (ic). **19 akg-images**: Collection Schloβ Ambras / Erich Lessing (ci). **The Picture Desk**: An Archive / Maritiem Museum Prins Hendrik Rotterdam / Dagli Orti (t). **20 Corbis**: Gianni Dagli Orti (cei). **DK Images**: Cortesia do Science Museum, Londres / Clive Streeter (td). **NOAO/AURA/NSF**: Lowell Observatory (i). **21 Corbis**: Richard T. Nowitz, (ie); Jim Sugar (ce). **DK Images**: Cortesia de The Science Museum, Londres / Dave King (cds). **Royal Astronomical Society**: (cdi). **22 DK Images**: National Maritime Museum, Londres / Tina Chambers (cs). **NOAO/AURA/NSF**: Adam Block (ie). **Royal Astronomical Society**: (id). **23 American Institute of Physics, Emilio Segre Visual Archives**: (id). **Corbis**: Bettmann (ie). **Galaxy Picture Library**: (te). **24 Corbis**: Roger Ressmeyer (ce). **Getty Images**: Time Life Pictures / Mansell (i). **Royal Astronomical Society**: (cds). **25 Corbis**: Bettmann (cd). **Nasa**: DMR, COBE, Two-Year Sky Map (ie). **Science Photo Library**: Hale Observatories (cs). **26 Alamy Images**: Popperfoto (i). **Nasa**: MSFC (cs). **27 Corbis**: Bettmann (id). **DK Images**: (td). **Science Photo Library**: Novosti (cds); Detlev van Ravenswaay (te). **28 Alamy Images**: Popperfoto (cei). **Nasa**: Langley Research Center (i). **Science Photo Library**: (c). **29 Nasa**: Johnson Space Center (cs, id); Saturn Apollo Program (td); Saturn Apollo Program (I). **30 Nasa**: Johnson Space Center (te, cds, ie). **31 Corbis**: (id); Dallas Morning News / Robert McCullough (tc). **Nasa**: ISS (cd); Space Shuttle Projects (ie); SPAS [i (pano de fundo)]. **32-33 Nasa**: Johnson Space Center. **34 Nasa**: (c). **NSSDC/GSFC/ Nasa**: (td, ie, id). **35 Getty Images**: Hulton Archive / Santi Visalli Inc. (cei). **Nasa**: Cortesia JPL-Caltech (cd); Cortesia JPL-Caltech / Space Science Institute (id); Cortesia JPL-Caltech / Mars Exploration Rover (t). **36 Science & Society Picture Library**: Science Museum, Londres (ce). **37 Alamy Images**: Homer Sykes (i). **Nasa**: Jeff Hester e Paul Scowen (Universidade do Estado do Arizona) (td). **Sudbury Neutrino Observatory**: Foto cortesia de Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory (te). **38 Denise Applewhite, Princeton University**: (c). **38-39 Corbis**: Roger Ressmeyer (i). **39 Nasa**: ESA, P. Kalas e J. Graham (Universidade da Califórnia, Berkeley), e M. Clampin (Nasa's Goddard Space Flight Center) (te); M. Brown (Caltech), C. Trujillo (Gemini), D. Rabinowitz (Yale), NSF (cd). **Copyright 2004 Smithsonian Institution**: (cei). **40 Cortesia do NAIC – Arecibo Observatory, um órgão do NSF**: (i). **Nasa**: ROSAT All-Sky Survey (ce). **40-41 Imagem Cortesia NRAO/AUI/NSF**: R. Perley, C. Carilli & J. Dreher (t). **41 Corbis**: Hulton-Deutsch Collection / Raymond S. Kleboe (cds). **42-43 Nasa**: ESA, STScJ, J. Hester e P. Scowen (Universidade do Estado do Arizona). **44 Nasa**: Cortesia JPL-Caltech/STScI/CXC/SAO. **45 Nasa**: HST. **46 Cortesia de Daisuke Kawata e Brad K. Gibson, Swinburne University of Technology**: (cc). **Nasa**: GSFC. Image by Reto Stöckli, enhancements by Robert Simmon (ci). **Science Photo Library**: Detlev van Ravenswaay (cd). **47 Chandra X-Ray Observatory**: Kitt Peak (td). **Science Photo Library**: David A. Hardy. Futures: 50 Years in Space (cs). **49 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (ic). **Corbis**: Bettmann (cs). **51 Imagem Cortesia NRAO/AUI/NSF**: D.S. Adler, D.J. Westpfahl (cda). **52-53 Andrey Kravstov**: Simulações foram feitas no Centro Nacional de Supercomputadores Aplicado (Urbana-Champaign, Illinois) por Andrew Kravstov (Universidade de Chicago) e Anatoly Klypin (Universidade do Novo México). Visualizações por Andrey Kravstov (i). **Nasa**: ESA, S. Beckwith (STScI) e o HUDF Team (t). **53 Nasa**: Michael Corbin (CSC/STScI) (cs). **Science Photo Library**: Nasa (cei, ci); Nasa/ESA/STScI (cds). **55 European Southern Observatory**: MPG/ESO 2.2m + WFI (ic). **Science Photo Library**: Harvard College Observatory (td). **56 Nasa**: ESA e The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) (ie). **Cortesia de Saul Perlmutter e The Supernova Cosmology Project**: (cd). **58 Nasa**: ESA, HEIC, e The Hubble Heritage Team (STScI/AURA). **59 Nasa**: H. Ford (JHU), G. Illingworth (UCSC/LO), M.Clampin (STScI), G. Hartig (STScI), ACS Science Team e ESA. **60 Corbis**: Bettmann (id). **Nasa**: The Hubble Heritage Team (AURA/ STScI/Nasa) (ce). **62 Science Photo Library**: National Optical Astronomy Observatories (ie). **63 NOAO/AURA/ NSF**: T.A.Rector, B.Wolpa e G.Jacoby e Hubble Heritage Team (STScI/AURA/Nasa) (id). **65 David Malin Images**: Anglo-Australian Observatory / Photo by David Malin (ie). **Nasa**: ESA, C.R. O'Dell (Vanderbilt University) e M. Meixner, P. McCullougth (cs); Andrew Fruchter e o ERO Team [Sylvia Baggett (STScI), Richard Hook (ST-ECF), Zoltan Levay (STScI)] (td). **66 European Southern Observatory**: VLT Kueyen + FORS2 (ie). **Galaxy Picture Library**: STScI (cd). **Nasa**: Jeff Hester (Universidade do Estado do Arizona) (id). **67 Science Photo Library**: Nasa. **68-69 Nasa**: The Hubble Heritage Team (AURA/STScI). **70 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **71 www.bridgeman.co.uk**: Private Collection (ie). **Science Photo Library**: Mount Stromlo e Siding Spring Observatories (te). **73 Nasa**: Andrea Dupree (Harvard-Smithsonian CfA), Ronald Gilliland (STScI) e ESA (ir). **NOAO/AURA/NSF**: (t). **The Picture Desk**: Art Archive / Royal Astronomical Society / Eileen Tweedy (cd). **74 Science Photo Library**: Chris Butler (cd). **74-75 David Malin Images**: Akira Fujii (c). **75 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (td). **Chandra. X-Ray Observatory**: Nasa/CXC/MIT/F.K. Baganoff et al. (ic). **Loke Tan**: (cs). **76 Sven Kohle, AlltheSky.com**: (ir). **Nasa**: ESA e The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) (cd). **NOAO/AURA/NSF**: Adam Block (cei). **Science Photo Library**: MPIA-HD, Birkle, Slawik (ces). **77 Chandra. X-Ray Observatory**: X-ray (Nasa/CXC/M. Karovska et al.); Radio 21-cm image (NRAO/VLA/J. van Gorkom/ Schminovich et al.), Radio continuum image (NRAO/VLA/J. Condon et al.); Optical (Digitized Sky Survey U.K. Schmidt Image/STScI). **78 Cortesia dos Archives, California Institute of Technology**: (ie). **Nasa**: N. Benitez (JHU), T. Broadhurst (The Hebrew University), H. Ford (JHU), M. Clampin (STScI), G. Hartig (STScI), G. Illingworth (UCO/Lick

Observatory), ACS Science Team e ESA (ic). **79 European Southern Observatory**: (te); VLT / NACO (cei). **Galaxy Picture Library**: STScI (cdi). **80 Nasa**: John Spencer (Lowell Observatory). **81 DK Images**: Nasa. **82 DK Images**: Nasa (ie). **European Space Agency**: DLR/FU Berlin (G. Neukum) (ic). **83 DK Images**: Nasa / JPL (cs); Nasa (te, id). **Science Photo Library**: Pekka Parviainen (ic). **84 Science Photo Library**: National Optical Astronomy Observatories (ie). **85 DK Images**: Nasa. **Science Photo Library**: John Chumack (ci). **Cortesia de SOHO / EIT Consortium. SOHO é um projeto de cooperação internacional entre ESA e Nasa**: (t). **86 Corbis**: Francesco Muntada (id). **Science Photo Library**: Jerry Lodriguss (cs). **Cortesia de SOHO / EIT Consortium. SOHO é um projeto de cooperação internacional entre ESA e Nasa**: (cei). **87 Alamy Images**: John Prior Images (cef, ce, c, cd). **DK Images**: Andy Crawford (ie). **88-89 Nasa**: Imagem cortesia da equipe Lockheed Martin TRACE Mission da Nasa. **90 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (ie). **91 DK Images**: Julian Baum (te). **Nasa**: JHU / API (cd). **Science Photo Library**: John Sanford (ie). **92 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (ie, id). **93 DK Images**: Cortesia de ESA / James Stevenson (be). *Galaxy Picture Library*: Robin Scagell (ic). **Science Photo Library**: Nasa (te). **94 Corbis**: Layne Kennedy (cei); Kevin Schafer (ie). **95 European Space Agency**: Denmann production (cd). **Getty Images**: Photographer's Choice / Tom Walker (cei). **Nasa**: GSFC. Imagem de Reto Stöckli, realçadas por Robert Simmon (te). **96 Robert Gendler**: (ce). **Science Photo Library**: Larry Landolfi (cd). **97 DK Images**: Nasa (ie, id). **Nasa**: Johnson Space Center (ic). **98 DK Images**: Bruce Forster (cds). **99 Berkeley**: Berkeley Cosmology Group (id). **Corbis**: Reuters / Juan Carlos Ulate (cs). **DK Images**: Nasa / Finley Holiday Films (cei). **European Space Agency**: (ie). **100 DK Images**: Alistair Duncan (cei). **Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ie, ic). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / U.S. Geological Survey (id). **101 Galaxy Picture Library**: ESO (td); Thierry Legault (cdi). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (id); NSSDC (ie). **102 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / Cornell (ci). **102-103 European Space Agency**: DLR/FU Berlin (G. Neukum) (i). **103 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (ci). **US Geological Survey**: (te). **104 European Space Agency**: DLR/FU Berlin (G. Neukum) (ce, id). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / Cornell (te); JPL / Viking Project (cef). **105 Galaxy Picture Library**: Damian Peach (cd); Robin Seagell (cs, ce, c). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / Cornell University / Maas Digital (id). **106-107 Corbis**. **108 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / U.S. Geological Survey (c). **109 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (cdi, ie). **110 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / PIRL / Universidade do Arizona (id); Cortesia JPL / Caltech / DLR e Brown University (ces); Cortesia JPL / Caltech / DLR (cds); Cortesia JPL / Caltech / Universidade do Estado do Arizona (cdfi). **111 Galaxy Picture Library**: Damian Peach (id); Robin Scagell (ie, ic). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / DLR e Brown University (cs); Cortesia JPL / Caltech (cds); Hubble Heritage Team (STScI/AURA) Agradecimento: Nasa/ESA, John Clarke (Universidade de Michigan) (ces). **113 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / Universidade do Colorado (id); Cortesia JPL / Caltech / Space Science Institute (cdi). **114 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (te); Cortesia JPL / Caltech / Space Science Institute (ce, c, cd, ie, id). **115 akg-images**: Huygens Museum Hofwijck / Nimatallah (cd). **Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ie, ic); Dave Tyler (bd). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (ces); Cortesia JPL / Caltech / Space Science Institute (ce). **116 W.M. Keck Observatory**: Cortesia Lawrence Sromovsky, UW-Madison Space Science e Engineering Center (ie). **117 Galaxy Picture Library**: Ed Grafton (ic). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (te, cei, cdi). **118 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (ie). **119 Galaxy Picture Library**: Maurice Gavin (id). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (te, cei); Cortesia JPL / Caltech / U.S. Geological Survey (cdi). **120 Nasa**: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute (JHUAPL/SwRI) (cei). **121 Nasa**: ESA (te). **122 Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (ce). **Science Photo Library**: Walter Pacholka, Astropics (ie). **123 Galaxy Picture Library**: Juan Carlos Casado (ie). **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech (te); Cortesia JPL / Caltech / Universidade de Maryland (td). **Science Photo Library**: Jonathan Burnett (cd). **125 Corbis**: Steve Kaufman (i). **DK Images**: (ci); Steve Gorton (cei); Nasa (te); Cortesia do Natural History Museum, Londres / Colin Keates [cdi (pedregoso), cdi (ferro)]. **Nasa**: Cortesia JPL / Caltech / JHU / APL (cs). **126-127 Science Photo Library**: Frank Zullo. **129 Imagem cortesia de Celestron**. **131 Cortesia de Peter Wienerroither**. **132-133 Cortesia de Peter Wienerroither**: (i). **133 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **134 Corbis**: Roger Ressmeyer (ce). **135 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **136 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **137 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **138 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **139 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **140 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ce). **141 Galaxy Picture Library**: Chris Picking (ci, cdi). **Dave King**: (td). **142 DK Images**: Andy Crawford (ces). **Galaxy Picture Library**: Optical Vision (c). **Dave King**: (td, ces). **143 Dave King**. **144 Corbis**: Roger Ressmeyer (id). **Dave King**: (cs, ie). **145 Cortesia de Apple Computer, Inc.**: (ie). **Galaxy Picture Library**: Philip Perkins (te). **Dave King**: (td, ic). **146 DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com). **147 DK Images**: Cortesia do National Maritime Museum, Londres / Tina Chambers. **150-151 DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com) (t). **151 NOAO/AURA/NSF**: Joe e Gail Metcalf / Adam Block (id). **152 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **153 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**. **154 Matt BenDaniel. 155 NOAO/AURA/NSF**: Hillary Mathis, N.A. Sharp. **156 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **158 NOAO/AURA/NSF. 159 DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com) (ie). **William McLaughlin**: (t). **160 NOAO/AURA/NSF**: Bill Uminski e Cyndi Kristopeit / Adam Block (ces); Jon e Bryan Rolfe / Adam Block (id). **161 Galaxy Picture Library**: Damian Peach. **162 NOAO/AURA/NSF**: Tom Bash e John Fox / Adam Block. **163 Galaxy Picture Library**: Nik Szymanck. **164 DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com) (ie). **William McLaughlin**: (id). **165 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam. de)**. **166 William McLaughlin**. **168-169 Science Photo Library**: Tony & Daphne Hallas. **170 NOAO/AURA/NSF**: N.A. Sharp **171 DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com) (cd). **Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (ci). **172 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (id). **David Malin Images**: Pasachoff / Caltech (ie). **173 Galaxy Picture Library**: Michael Stecker. **174 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **175 NOAO/AURA/NSF**: Tom Bash e John Fox / Adam Bock. **177 David Malin Images**: Akira Fujii. **178 NOAO/AURA/NSF**: Morris Wade / Adam Block (cei); Adam Block (ic). **180 David Malin Images**: Anglo-Australian Observatory / Foto de David Malin. **181 NOAO/AURA/NSF**: Jay Ballauer / Adam Block. **183 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **184 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell (c). **NOAO/AURA/NSF**: Joe e Gail Metcalf / Adam Block. **186 NPAP/AURA/NSF**: Adam Block. **187 William McLaughlin. 188 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **189 NOAO/AURA/NSF**: François e Shelley Pelletier / Adam Block. **190 DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com) (id). **NOAO/AURA/NSF**: Ryan Steinberg e família / Adam Block (cei). **191 William McLaughlin. 193 NOAO/AURA/NSF**: Michael Petrasko e Muir Eveden / Adam Block. **194 Galaxy Picture Library**: Robin Scagell. **195 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (ie). **NOAO/AURA/NSF**: Adam Block (td). **196 Daniel Verschatse – Observatorio Antilhue – Chile**. **197 NOAO/AURA/NSF**: Bob e Bill Twardy / Adam Block. **198 NOAO/AURA/NSF**: Adam Block. **199 Galaxy Picture Library**: 2MASS (ic); Gordon Garradd (ie). **200 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (ie). **DK Images**: Till Credner (www.allthesky.com) (id). **201 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (t). **202-203 Science Photo Library**: Allan Morton / Dennis Milon. **204 NOAO/AURA/NSF**: Allan Cook / Adam Block (ces); N. A. Sharp, Mark Hanna, REU program (id). **208 NOAO/AURA/NSF**: Nicole Bies e Esidro Hernandez / Adam Block. **209 Galaxy Picture Library**: DSS (ie). **NOAO/AURA/NSF**: Adam Block (c). **211 NOAO/AURA/NSF. 212 Galaxy Picture Library**: Chris Picking (ic). **Daniel Verschatse – Observatorio Antilhue – Chile**: (cei). **213 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**. **214 Galaxy Picture Library**: Yoji Hirose. **215 Daniel Verschatse – Observatorio Antilhue – Chile**. **220 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (ce). **Daniel Verschatse – Observatorio Antilhue – Chile**: (cd). **223 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**. **224 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**. **226 Volker Wendel & Bernd Flach-Wilken (www.spiegelteam.de)**: (ie). **Galaxy Picture Library**: Gordon Garradd (ce). **227 Alamy Images**: Adam van Bunnens. **228 Matt BenDaniel**. **278 Corbis**: Roger Ressmeyer. **279 Science Photo Library**: Rev. Ronald Royer

Scagell (cd). **135 Science Photo Library**: John Foster (id). **136 Dave King**: (ie). **137 Cortesia de Apple Computer, Inc.**: (id). **138 Dave King**: (ie, ic). **139 Dave King**: (id). **140**

Todas as outras imagens © Dorling Kindersley
Para mais informações, ver: (www.dkimages)

GUIA ILUSTRADO ZAHAR

Astronomia

Ian Ridpath é membro da Royal Astronomical Society, e edita o *Oxford Dictionary of Astronomy* e o *Norton's Star Atlas*. Escreveu e editou mais de 40 livros, entre os quais vários guias do céu, e participou de muitos programas de rádio e televisão.

COLABORADORES ADICIONAIS

Giles Sparrow formou-se em astronomia pelo University College, em Londres. Atualmente dedica-se a escrever e editar textos científicos.

Carole Stott foi curadora de astronomia e mais tarde chefe de observatório no Royal Observatory, em Greenwich; hoje se dedica a escrever sobre ciência.

COLEÇÃO
GUIA ILUSTRADO ZAHAR

ARQUITETURA
ASTRONOMIA
AZEITE